

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
μεταξύ του
Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και
Αγροτικού Περιβάλλοντος και του
Τμήματος Γεωπονίας Ζωικής Παραγωγής και Υδάτινου
Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή
Ελένη Δ. Κακάβα

***«Αξιολόγηση της επίδρασης του εμβολιασμού στην αύξηση,
ανάπτυξη και παραγωγή καλλιέργειας τομάτας σε συνθήκες
θερμοκηπίου και υπαίθρου»***

Βόλος 2005

«Αξιολόγηση της επίδρασης του εμβολιασμού στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγή καλλιέργειας τομάτας σε συνθήκες θερμοκηπίου και υπαίθρου»

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Ιμπραχίμ- Αβραάμ Χα *Επίκουρος Καθηγητής*

*Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος*

2. Κωνσταντίνος Κίττας *Καθηγητής*

*Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος*

3. Αθανάσιος Μαυρομάτης *Λέκτορας*

*Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών
Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ	9
1.1.1 Γενικά	9
1.1.2 Βοτανικά γνωρίσματα	11
1.1.3 Θρεπτική αξία	13
1.1.4 Απαιτήσεις σε κλίμα	15
1.1.5 Απαιτήσεις σε έδαφος	16
1.1.6 Καλλιεργητικές φροντίδες	17
1.1.7 Συγκομιδή	22
1.1.8 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία	23
1.1.9 Φυσιολογικές ανωμαλίες	28
1.1.10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά	29
1.2 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ	32
1.2.1 Γενικά	32
1.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής του εμβολιασμού	35
1.2.3 Τεχνική του εμβολιασμού	38
1.2.4 Φυσιολογία εμβολιασμού	44
1.2.5 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας	46
1.2.6 Μελλοντικές προοπτικές εμβολιασμού	48
1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	50
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	51
2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	52
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ	54
2.2.1 Πειραματικό σχέδιο	54
2.2.2 Προετοιμασία πειραματικών τεμαχίων	55
2.2.3 Θερμοκήπιο	56
2.2.4 Άρδευση	57
2.2.5 Λίπανση	57
2.2.6 Καταπολέμηση εχθρών, ασθενειών και ζιζανίων	57
2.2.7 Υποσύλωση και κλάδεμα	58

2.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	59
2.3.1 Ανάπτυξη	59
2.3.2 Συγκομιδή – Παραγωγή	60
2.3.3 Νωπό βάρος, ξηρό βάρος και φυλλική επιφάνεια	60
2.3.4 Σκληρότητας – συνεκτικότητα καρπού	61
2.3.5 Διαλυτά στερεά συστατικά καρπών	62
2.3.6 pH – Οξύτητα	62
2.3.7 Λυκοπίνιο	63
2.3.8 Ανόργανα στοιχεία	64
2.3.9 Στατιστική ανάλυση	65
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	66
3.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	67
3.1.1 Ύψος φυτών	67
3.1.2 Άνθηση	69
3.1.3 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος	73
3.1.4 Συνολική φυλλική επιφάνεια	76
3.1.5 Παραγωγικότητα	77
3.1.5.1 Βάρος καρπών	79
3.1.5.2 Αριθμός καρπών	80
3.1.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών	81
3.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΥΠΑΙΘΡΟΥ.....	83
3.2.1 Ύψος φυτών	84
3.2.2 Άνθηση	85
3.2.3 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος	89
3.2.4 Συνολική φυλλική επιφάνεια	92
3.2.5 Παραγωγικότητα	92
3.2.5.1 Βάρος καρπών	94
3.2.5.2 Αριθμός καρπών	95
3.2.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών	96
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	99
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	i
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – ΠΙΝΑΚΕΣ	v

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους που συντέλεσαν ουσιαστικά σε αυτή την προσπάθεια.

Τον κ. Ιμπραχίμ Αβραάμ Χα, που υπήρξε και επιβλέπων καθηγητής μου, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα στα πλαίσια της μεταπτυχιακής μου διατριβής και για την βοήθεια και την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων.

Τον κ. Κωνσταντίνο Κίττα και τον κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη για την συμμετοχή τους στην Τριμελή Συμβουλευτική Επιτροπή και για τις πολύτιμες επισημάνσεις τους κατά τη διόρθωση του κειμένου.

Τους καθηγητές της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Κωνσταντίνο Κίττα, κα Στέλλα Γαλανοπούλου-Σενδουκά, κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο και κ. Γεώργιο Νάνο αλλά και τον υπεύθυνο του Περιφερειακού Κέντρου Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας τον κ. Βλιώρα για την παραχώρηση εργαστηριακού εξοπλισμού κατά τη διεξαγωγή του πειράματος.

Την εταιρία *PLANTAS A.E.* για την παραχώρηση των αυτόριζων και εμβολιασμένων φυτών τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα της εργασίας.

Τους κ. Σπύρο Σουίπα και κ. Θανάση Τσιότρα υπεύθυνους του αγροκτήματος της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Την συνάδελφο και φίλη κα Βασιλική Τσιάνα για την βοήθεια της τόσο κατά τη διάρκεια του πειράματος όσο και κατά τη συγγραφή της μεταπτυχιακής διατριβής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicum esculentum*), τόσο σε συνθήκες θερμοκηπίου όσο και υπαίθρου, μελετήθηκε η επίδραση του εμβολιασμού σε διάφορα χαρακτηριστικά της τομάτας. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν υβρίδια F1 τομάτας της ποικιλίας BIG RED σε τέσσερις συνδυασμούς: αυτόριζα (μάρτυρας), εμβολιασμένα πάνω σε υποκείμενα των ποικιλιών τομάτας HEMAN και PRIMAVERA και εμβολιασμένα πάνω σε φυτά τομάτας της ίδιας ποικιλίας BIG RED. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν για κάθε τύπο φυτού ήταν: α) το ύψος των φυτών, β) η άνθηση των πέντε πρώτων ταξιανθιών, γ) το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, δ) η φυλλική επιφάνεια, ε) η παραγωγικότητα, στ) το μέγεθος των καρπών, και σι) κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά (pH, BRIX, οξύτητα, λυκοπίνιο, ανόργανα στοιχεία).

Από την επεξεργασία των δεδομένων προέκυψε για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο ότι ο εμβολιασμός BIG RED x BIG RED και το αυτόριζο BIG RED εμφάνισαν νωρίτερα την 1^η ταξιανθία, και κατ' επέκταση είχαν μεγαλύτερη παραγωγή κατά την πρώιμη περίοδο. Από την άλλη ο εμβολιασμός BIG RED x HEMAN, που είχε και το μεγαλύτερο L.A., έδωσε τη μεγαλύτερη παραγωγή καρπών τόσο κατά την κανονική όσο και κατά την όψιμη περίοδο. Στην υπαίθρια καλλιέργεια ο εμβολιασμός BIG RED x HEMAN, παρουσίασε μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη και μεγαλύτερο L.A., αν αρχικά η αυτόριξη BIG RED είχε παρόμοια ανάπτυξη. Τώρα όσον αφορά την παραγωγικότητα στην ύπαιθρο, παρατηρήθηκε ότι ο μάρτυρας BIG RED εμφάνισε πρωιμότητα, ότι ο εμβολιασμός BIG RED x PRIMAVERA παράγει τη μεγαλύτερη ποσότητα καρπών κατά την κανονική περίοδο και ότι ο εμβολιασμός BIG RED x HEMAN είναι όψιμος. Τέλος για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, που προήρθαν τόσο από το θερμοκήπιο όσο και από την ύπαιθρο, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων, εκτός από την συγκέντρωση του Ca που βρέθηκε μεγαλύτερη στους καρπούς του εμβολιασμού BIG RED x HEMAN.

ABSTRACT

During tomato (*Lycopersicum esculentum*) cultivation under both greenhouse and open-field conditions, the effect of grafting on various characteristics was studied. For this purpose F1 tomato hybrids of the BIG RED variety were used in four combinations: self-rooted (control), grafted on rootstocks of HEMAN and PRIMAVERA tomato varieties, and grafted on tomato plants of the same BIG RED variety. The characteristics studied for each plant type were: a) the height of the plants, b) the blooming of the first five clusters, c) the raw and dried weight of the aerial part of the plants, d) the leaf area index, e) the yield, f) the size of the fruit, and g) some quality characteristics (pH, BRIX, acidity, lycopene, minerals).

After the processing of the data, it was clear, as far as the greenhouse cultivation was concerned, that the BIG RED x BIG RED grafting and the self-rooted BIG RED produced earlier the first cluster and, as a result, they had bigger production during the primary period. On the other hand, the BIG RED x HEMAN grafting, which had the biggest L.A., had bigger fruit production during both regular and late period. In the open-field cultivation the BIG RED x HEMAN grafting performed a bigger vegetative development and bigger L.A., although in the beginning the self-rooted BIG RED had a similar development as well. As far as the productivity of the open-field cultivation was concerned, it was observed that the BIG RED control was early, that the BIG RED x PRIMAVERA grafting produced the biggest quantity during the regular period and that the BIG RED x HEMAN grafting was late. Finally, there was observed no significant difference about the fruit quality characteristics, which came from greenhouse as well as from the open-field, except for the Ca concentration, which was found to be bigger in BIG RED x HEMAN grafting fruit.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΜΑΤΑΣ

1.1.1 Γενικά

Η τομάτα (*Lycopersicum esculentum* Mill.) ανήκει στην οικογένεια Solanaceae, στην οποία περιλαμβάνονται φυτά ετήσια, διετή ή πολυετή, θαμνώδη ή δενδρώδη, ορθόκλαδα ή αναρριχώμενα (Βαρδαβάκης, 1993). Στο διπλοειδές επίπεδο έχει αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=24$, όπως όλα τα είδη του γένους *Lycopersicum*. Στην ίδια οικογένεια επίσης ανήκουν η μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.), η πατάτα (*Solanum tuberosum* L.), η πιπεριά (*Capsicum annuum* L.) καθώς και ο καπνός (*Nicotiana tabacum* L.).

Η τομάτα πιστεύεται ότι καλλιεργήθηκε αρχικά στο Μεξικό από του Ατζέκους και στα μέσα του 16^{ου} αιώνα η καλλιέργεια εισήχθη στην Ευρώπη από τους Ισπανούς. Ως κέντρο καταγωγής της τομάτας, δηλαδή τύπος με την υψηλότερη παραλλακτικότητα της καλλιέργειας, θεωρείται κατά τον Vavilov η οροσειρά των Άνδεων, στο σημερινό Περού, όπου 8 άγρια είδη του γένους της τομάτας συνεχίζουν ακόμη να φύονται εκεί.

Η απορία πολλών βοτανολόγων είναι πότε και που η άγρια τομάτα έγινε καλλιεργούμενη, αφού όπως είναι γνωστό η τομάτα θεωρούνταν φυτό δηλητηριώδες εξαιτίας του αλκαλοειδούς σολανίνη. Άλλωστε εξαιτίας αυτού του γεγονότος, η διάδοσή της στις διάφορες περιοχές της γης ήταν σχετικά βραδεία. Όμως από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα η καλλιέργεια της τομάτας διαδόθηκε σε διάφορες χώρες με ταχύ ρυθμό. Στην Ελλάδα, η καλλιέργειά της φαίνεται ότι άρχισε από το 1918, αλλά ραγδαία επέκτασή της παρατηρήθηκε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο.

Αν και η καλλιέργεια της τομάτας ξεκίνησε διστακτικά, σήμερα έχει καταλάβει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των λαχανικών αφού καλλιεργείται σε 32.416.000 στρέμματα και δίνει παραγωγή περίπου 89.985.000 μετρικούς τόνους παγκοσμίως (FAO, Production Yearbook, 1998). Στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται στην παραγωγή της καλλιέργειας τομάτας παγκοσμίως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Παραγωγή τομάτας σε παγκόσμια κλίμακα κατά το έτος 2004

Κυριότερες Χώρες	Παραγωγή (Μετρικοί Τόνοι)	Πηγή
1. Κίνα	30.000.000	FAO
2. Η.Π.Α.	12.400.000	FAO
3. Τουρκία	8.000.000	Ανεπίσημη
4. Ινδία	7.600.000	FAO
5. Αίγυπτος	6.780.000	FAO
6. Ιταλία	6.500.000	FAO
7. Ισπανία	3.900.000	FAO
8. Βραζιλία	3.394.677	
9. Ιράν	3.150.000	FAO
10. Μεξικό	2.148.130	FAO
11. Ρωσία	2.090.000	FAO
12. Ελλάδα	1.800.000	FAO
13. Χιλή	1.300.000	FAO
14. Πορτογαλία	1.100.000	FAO
15. Ουζμπεκιστάν	1.100.000	FAO

Σύμφωνα με τον Ντόγρα (2001), στην Ελλάδα η συνολική έκταση που καλλιεργείται με τομάτα για νωπή κατανάλωση έρχεται δεύτερη μετά την έκταση για πατάτα, όμως σε αξία προϊόντος έρχεται πρώτη. Βέβαια ένα μεγάλο μέρος της έκτασης αυτής (53,8% το 1997) καλλιεργείται με τομάτες που προορίζονται για μεταποίηση, το 39,8% είναι υπαίθρια καλλιέργεια για νωπή κατανάλωση και το 6,4% της έκτασης είναι η καλλιέργεια στα θερμοκήπια ή σε χαμηλά σκέπαστρα. Όσον αφορά στην κατανομή των περιοχών καλλιέργειας ανά την Ελλάδα το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων που καλλιεργούνται με τομάτα βρίσκεται στην Κρήτη 43,3%, δεύτερη έρχεται η Πελοπόννησος και η Δ. Στερεά με ποσοστό 23,23% και τρίτη η Δ. και Κ. Μακεδονία με ποσοστό 15,85%.

Εξαιτίας της σημασίας της τομάτας ως κηπευτικό είδος, η γενετική της βελτίωση έχει φτάσει σήμερα σε πολύ προχωρημένο στάδιο και ο αριθμός των ποικιλιών και των υβριδίων που κυκλοφορούν στο εμπόριο συνεχώς αυξάνεται. Τα τελευταία 50 χρόνια η γενετική βελτίωση έχει αλλάξει ουσιαδώς τα χαρακτηριστικά τόσο του καρπού όσο και του φυτού. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα έχουν ένα μεγάλο εύρος χαρακτηριστικών: είναι ανθεκτικές σε πολλές από τις ασθένειες που προσβάλλουν την τομάτα, είναι ειδικά προσαρμοσμένες σε διαφορετικά περιβάλλοντα ανάπτυξης όπως σε υψηλές θερμοκρασίες κ.ά. Ακόμα έχει χρησιμοποιηθεί η γενετική μηχανική ώστε να δημιουργηθούν καρποί με μεγάλη διάρκεια ζωής στο ράφι.

1.1.2 Βοτανικά γνωρίσματα

Η τομάτα είναι πολυετές φυτό, όταν αναπτύσσεται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές, όπου η θερμοκρασία του αέρα δεν μειώνεται κάτω από τους 5-6°C. Πάντως σε όλες τις περιοχές της γης, η τομάτα καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό, γιατί στις μεν εύκρατες περιοχές το φυτό δεν αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες των ψυχρών εποχών, ενώ στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές η παραγωγικότητα των πολυετών καλλιεργειών τομάτας είναι ασύμφορη για εμπορική εκμετάλλευση λόγω εκτεταμένων προσβολών από ασθένειες (Ντόγρας, 2001).

Ριζικό σύστημα

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια όταν ο σπόρος φυτεύεται απ' ευθείας στη μόνιμη θέση. Επειδή όμως, κατά κανόνα, στην καλλιέργεια του θερμοκηπίου η τομάτα μεταφυτεύεται, η κεντρική ρίζα καταστρέφεται και το φυτό αρχίζει να παράγει με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες, γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνει τη μεταφύτευση του φυτού ακόμη και με γυμνή ρίζα (Ολύμπιος, 2001).

Βλαστός

Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξής του είναι τρυφερός, εύθραυστος, χυμώδης και μαλακός, αργότερα όμως γίνεται σταδιακά πιο σκληρός και αποκτά μηχανική αντοχή, χωρίς να ξυλοποιείται. Η ανάπτυξη του βλαστού, όσον αφορά στο μήκος, καθορίζεται από γενετικούς παράγοντες και διακρίνονται ποικιλίες με απεριόριστη ανάπτυξη (indeterminate) ή με καθορισμένου μήκους ανάπτυξη (determinate) βλαστών (Ολύμπιος, 2001).

Φύλλα

Τα φύλλα εμφανίζονται πάνω στον βλαστό σε ελικοειδή διάταξη, είναι σύνθετα και αποτελούνται από 7, 9, ή και 11 φυλλάρια. Η επάνω επιφάνεια των φύλλων έχει χρώμα λαμπερό βαθύ πράσινο και η κάτω

ελαιώδες ανοικτό πράσινο (Ολύμπιος, 2001). Στην επιφάνειά τους όπως και στους βλαστούς υπάρχουν αδενώδεις τρίχες, οι οποίες όταν θραυτούν αναδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή του φυτού. Ο αριθμός των ζευγών των φυλλαρίων σε κάθε σύνθετο φύλλο καθώς και το μέγεθος των φύλλων (μήκος-πλάτος) είναι χαρακτηριστικό της κάθε ποικιλίας, αλλά επιπλέον επηρεάζεται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες καθώς και τις πρακτικές καλλιέργειας. Το μέγεθος των φύλλων συνήθως καθορίζει τις αποστάσεις φύτευσης των φυτών στο θερμοκήπιο (Ντόγρας, 2001).

Άνθη

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, υπόγυνα και η κατασκευή τους εξασφαλίζει την αυτεπικονίασή τους. Σε σπάνιες περιπτώσεις γίνεται σταυρογονιμοποίηση με συνέπεια την διασταύρωση των ποικιλιών. Τα άνθη φέρονται σε ταξιανθίες κύματος με 4-12 άνθη, από τα οποία τελικά προκύπτουν μόνο 2-8 καρποί. Οι ταξιανθίες σχηματίζονται μεταξύ των δυο γονάτων στους βλαστικούς άξονες όλων των τύπων ποικιλιών καθώς και στην κορυφή των βλαστών των «αυτοκορυφολογούμενων» ποικιλιών. Η πρώτη ταξιανθία σχηματίζεται μετά το 3^ο ως το 5^ο γόνατο και οι επόμενες ακολουθούν κάθε 2-3 γόνατα.

Ο κάλυκας συνίσταται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, η στεφάνη επίσης από 5 ή περισσότερα πέταλα, τα οποία πέφτουν μετά τη γονιμοποίηση του άνθους. Οι στήμονες (5 ή περισσότεροι) είναι ενωμένοι στη βάση τους με τη στεφάνη και ταυτόχρονα ενωμένοι κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν έναν κώνο γύρω από τον στύλο, ο οποίος είναι συνήθως πιο κοντός, και εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Ο ύπερος αποτελείται από πολύχωρη ωοθήκη με πολλά ωάρια και από βραχύ ή μακρύ στύλο (Ντόγρας, 2001).

Καρπός

Ο καρπός είναι πολύχωρη ράγα, με σχήμα που διαφοροποιείται αναλόγως με την ποικιλία. Σφαιροειδείς, πιεσμένοι στους πόλους ή επιμήκεις καρποί, με περικάρπιο (φλοιό) λείο και λεπτό, μεσοκάρπιο (σάρκα) χυμώδες, κόκκινο και σπόρους πολυάριθμους, δισκοειδείς,

τραχείας επιφάνειας και ελαιούχους είναι ιδιαίτερα συνηθισμένοι στα φυτά της τομάτας. Το πάχος του φλοιού των καρπών αυξάνει στο πρώτο στάδιο και μετά λεπταίνει ενώ ο καρπός απλώνει κατά το στάδιο της ωρίμανσης. Το χρώμα του καρπού μπορεί να είναι κόκκινο, ρόδινο ή κίτρινο. Η απόχρωση οφείλεται σε δυο χρωστικές, την καροτίνη (κίτρινη) και το λυκοπίνιο (κόκκινη), ενώ η έντασή του επηρεάζεται από τη σχέση των χρωστικών αυτών καθώς και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος του καρπού είναι 18-25°C (Ντόγρας, 2001).

Ο καρπός της τομάτας είναι κλιμακτηρικός, έτσι η ωρίμανση πραγματοποιείται με την αύξηση τόσο της αναπνοής όσο και της παραγωγής του αιθυλενίου. Το αιθυλένιο παίζει έναν σημαντικό ρόλο τόσο στην έναρξη πρώιμων βιοχημικών γεγονότων της ωρίμανσης όσο και στην ολοκλήρωση των επόμενων αλλαγών (Madhavi and Salunkhe, 1998).

1.1.3 Θρεπτική αξία

Υπάρχει μια αυξανόμενη τάση ο κόσμος να περιλαμβάνει στο διαιτολόγιό του τροφές που έχουν σημαντική επίδραση στη σωματική του υγεία, που περιέχουν σημαντικές ποσότητες βιταμινών, ιχνοστοιχείων και αντιοξειδωτικών ουσιών. Η τομάτα έχει εκτιμηθεί πολύ από τότε που ανακαλύφθηκε ότι η κόκκινη χρωστική ουσία που περιέχει, το λυκοπίνιο, έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Το λυκοπίνιο έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τέτοιου είδους δράση από όλα τα αντιοξειδωτικά των τροφών μας (Kushad et al., 2003).

Τα κύρια φυτοχημικά στην τομάτα είναι τα καροτενοειδή, που αποτελούνται από 60-64% λυκοπίνιο και 10-15% καροτίνη (Clinton, 1998). Οι κερασόμορφες τομάτες περιέχουν περισσότερες ποσότητες καροτενοειδών από τις κανονικές (Leonardi et al., 2000). Οι επεξεργασμένες τομάτες (σάλτσα, πάστα, χυμός και ketchup) περιέχουν

2-40 φορές υψηλότερο λυκοπίνιο από ότι οι νωπές τομάτες (Gerster, 1997; Clinton, 1998).

Η τομάτα περιέχει σημαντική ποσότητα α-, β-, γ- και δ-καροτίνιου από 0,6-2,0 mg/kg, συνεισφέροντας προβιταμίνη Α και βιταμίνη Α στην διατροφή του ανθρώπου. Οι καρποί τομάτας είναι μια εξαιρετική πηγή ασκορβικού οξέος ή βιταμίνης C, φτάνοντας το επίπεδο των 200 mg/kg (Tonucci et al., 1995; Abushita et al., 2000; Leonardi et al., 2000).

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα τομάτας σε θρεπτικές ουσίες (ανά 100 g νωπού καρπού)

Πηγές	<i>Lycopersicum esculentum</i> (καλλιεργούμενες ποικιλίες)		<i>Lycopersicum esculentum</i> (var. <i>Cerasiforme</i>)
	Madhavi et al., 1998	Ντόγρας, 2001	
Νερό (g)	94,7	93,5	93,2
Ενέργεια (Kcal)	56	22	22
Υδατάνθρακες (g)	1,9	4,75	4,9
Λίπη (g)	0,1	0,2	0,2
Πρωτεΐνες (g)	1,0	1,05	1,0
Ίνες (g)	1,6	0,55	0,4
Βιταμίνη Α (Δ.Μ.)*	1000	900	2000
Θειαμίνη (mg)	0,04	0,06	0,05
Ριβοβλαβίνη (mg)	0,02	0,04	0,04
Νιασίνη (mg)	0,7	0,7	-
Βιταμίνη C	18	25	50
Ca (mg)	8	12	29
P (mg)	-	26	62
Na (mg)	6	3	-
K (mg)	200	244	-
Mg (mg)	10	15	-
Fe (mg)	0,3	0,5	1,7

*1 Δ.Μ.= 0,3 μg

Η ποιότητα του καρπού και κατ' επέκταση η θρεπτική του αξία εξαρτάται από το στάδιο ωρίμανσης που βρίσκεται αυτός κατά την συγκομιδή, δεδομένου ότι όσο ο καρπός βρίσκεται πάνω στο φυτό «συσσωρεύει» σάκχαρα, οξέα, βιταμίνη C και λοιπές θρεπτικές ουσίες, γι' αυτό και ο καρπός που φτάνει στο τελικό στάδιο ωρίμανσης επί του φυτού υπερτερεί σε ποιότητα από τους καρπούς που συγκομίζονται νωρίτερα και ωριμάζουν μακριά από το φυτό (Ντόγρας, 2001).

Τέλος, από έναν μεγάλο αριθμό ερευνών έχει βρεθεί ότι η λήψη της τομάτας και των προϊόντων της ως τροφή συνδέεται με μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης διάφορων μορφών καρκίνου (Kushad et al., 2003). Η κατανάλωση τομάτας ακόμα συνδέεται με τη μείωση

καρδιαγγειακών παθήσεων, πιθανόν μειώνοντας την οξείδωση ή αναστέλλοντας τη σύνθεση ή ακόμη και ενισχύοντας τη διάσπαση των χαμηλής-πυκνότητας λιποπρωτεϊνών (Arab and Steck, 2000).

1.1.4 Απαιτήσεις σε κλίμα

Θερμοκρασία

Η τομάτα είναι ευπαθής σε θερμοκρασίες ψύχους, με άριστες θερμοκρασίες για βλάστηση και άνθηση ημέρας 25-30°C και νύκτας 16-20°C. Οι άριστες θερμοκρασίες για καρπόδεση είναι 18-24°C, ενώ θερμοκρασίες κάτω από 12-13°C και πάνω από 30-32°C είτε δυσκολεύουν την καρπόδεση είτε δεν την επιτρέπουν. Η υψηλή θερμοκρασία και ιδιαίτερα όταν αυτή συνδυάζεται με ξηρό άνεμο, δεν επιτρέπει την παραγωγή «ζωντανής» γύρης ή μειώνει την διάρκεια ζωής της ή δυσκολεύει την διασπορά της από τους ανθήρες και τη μεταφορά στο στίγμα.

Η άριστη θερμοκρασία ρίζας για τα νεαρά σπορόφυτα είναι περίπου 30°C, όμως καθώς αναπτύσσεται το φυτό η άριστη θερμοκρασία μειώνεται. Ενώ σε θερμοκρασία ρίζας χαμηλότερη από 15°C μειώνεται σημαντικά η ανάπτυξη του φυτού. Θέρμανση του εδάφους ενώ η θερμοκρασία αέρα παραμένει χαμηλή, προκαλεί καλή ανάπτυξη της ρίζας και σχετικά καλή βλαστική ανάπτυξη (Ντόγγρας, 2001).

Υγρασία

Η υψηλή σχετική υγρασία ευνοεί την βλαστική ανάπτυξη της τομάτας μόνο σε συνθήκες υψηλής έντασης ακτινοβολίας. Ως προς την υγρασία της ατμόσφαιρας η τομάτα ευνοείται από σχετική υγρασία 50-70%. Όσο αυξάνονται οι τιμές της σχετικής υγρασίας τόσο το ποσοστό προσβολής από μυκητολογικές ασθένειες ανεβαίνει σημαντικά. Αλλά και προβλήματα γονιμοποίησης επίσης παρουσιάζονται τόσο σε χαμηλές όσο και σε υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας (Ντόγγρας, 2001).

Φως

Η άριστη ένταση φωτός για την ανάπτυξη και την καρπόδεση της τομάτας είναι περίπου 50.000 lux. Το μήκος κύματος του φωτός καθώς και η φωτοπερίοδος δεν είναι τόσο σημαντικοί παράγοντες για την ανάπτυξη του φυτού τομάτας, όσο σημαντική είναι η συνολική ημερήσια ποσότητα ηλιακής ενέργειας που δέχεται το φυτό. Σε μεγαλύτερες εντάσεις προκαλείται ανάσχεση της φωτοσύνθεσης, η θερμοκρασία των φυτών ανεβαίνει και προκαλούνται εγκαύματα στους καρπούς. Σε χαμηλές εντάσεις φωτός, που ακολουθούνται από υψηλές θερμοκρασίες νύκτας, προκαλείται ανθόρροια, καθυστέρηση της έκπτυξης των ανθέων και ελάττωση της ποσότητας των παραγόμενων σακχάρων.

Αν και η τομάτα θεωρείται ότι είναι ένα φωτοσυνθετικά ουδέτερο φυτό, όταν η ολική ημερήσια συσσωρευμένη φωτοσυνθετικά ενεργά ακτινοβολία διατηρείται σε επαρκή επίπεδα, η άνθηση του φυτού επιταχύνεται σε μικρή φωτοπερίοδο. Συμπερασματικά, όσο αφορά στην ανθοφορία η τομάτα θεωρείται «ποσοτικά» φυτό βραχείας φωτοπεριόδου, ενώ «ποιοτικά» είναι ουδέτερο φωτοπεριοδικά φυτό αφού ανθίζει και σε βραχεία και σε μακρά φωτοπερίοδο. Όσον αφορά στην βλαστική αύξηση της τομάτας, αυτή ευνοείται περισσότερο από την μακρά φωτοπερίοδο (Ντόγρας, 2001).

Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)

Έχει βρεθεί ότι το φυτό τομάτας δεν αντιδρά στην αύξηση της συγκέντρωσης του CO_2 τόσο θετικά όπως άλλα είδη C_3 φυτών, γι' αυτό συνιστάται αύξηση της συγκέντρωσής του στα θερμοκήπια μόνο μέχρι περίπου 0,1% (1000 ppm) για 8-10 ώρες ώστε να προκύπτει βελτίωση της φωτοσύνθεσης (Ντόγρας, 2001).

1.1.5 Απαιτήσεις σε έδαφος

Η τομάτα καλλιεργείται με επιτυχία σε ποικιλία ανόργανων εδαφών με pH 5,5-7, με άριστο pH 6-6,5. Κατά τον Ολύμπιο (2001) η τομάτα αποδίδει καλύτερα σε εδάφη με σταθερή δομή, με υψηλό βαθμό

υδατοϊκανότητας, με καλή στράγγιση και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Τα πιο κατάλληλα εδάφη είναι τα αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη.

Τα ελαφριά αμμώδη εδάφη είναι άριστα για πρώιμες καλλιέργειες εάν βελτιώνονται με άφθονη οργανική λίπανση και ποτίζονται κανονικά. Στα οργανικά εδάφη η καλλιέργεια της τομάτας δεν είναι ικανοποιητική όσο αφορά στις αποδόσεις γιατί η περίσσια αζώτου των εδαφών αυτών ευνοεί μεν τη βλαστική ανάπτυξη όχι όμως την καρπώδεση.

Για την μεγιστοποίηση των αποδόσεων, τη βελτίωση της ποιότητας και την αποφυγή προβλημάτων που δημιουργεί το έδαφος, σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες έχουν υιοθετηθεί σε σημαντικό ποσοστό οι υδροπονικές καλλιέργειες (Ντόγκρας, 2001).

1.1.6 Καλλιεργητικές φροντίδες

Αμειψισπορά

Η εναλλαγή των καλλιεργειών, δηλαδή η αμειψισπορά, επιβάλλεται στην καλλιέργεια τομάτας όπως σε όλα τα είδη, κυρίως για την αποφυγή σοβαρών προσβολών από ασθένειες, τα αίτια των οποίων διατηρούνται στο έδαφος επί αρκετά συνήθως έτη. Για τον λόγο αυτό η τομάτα είναι σκόπιμο να μην επανέρχεται στον ίδιο αγρό πριν περάσουν 4-5 έτη, περίοδος που ξεπερνά το μέγιστο όριο επιβίωσης των μικροοργανισμών, που προκαλούν τις κυριότερες ασθένειες. Στο διάστημα αυτό θα πρέπει να αποκλείονται από τη διαδοχή στο έδαφος οι πατάτες, οι μελιτζάνες, οι πιπεριές και ο καπνός, δηλαδή φυτά ικανά να προσβληθούν από πολλά από αυτά τα παθογόνα (Anderlini, 1984). Ο Anderlini (1984) αναφέρει ότι μια καλλιέργεια τομάτας μπορεί να την ακολουθήσει σιτάρι το δεύτερο έτος και αυτόν τριφύλλι ή μηδική, αναλόγως την διάρκεια της αμειψισποράς, η οποία θα κλείσει το τέταρτο ή πέμπτο έτος με σιτάρι.

Κατεργασία εδάφους

Στο έδαφος, που θα καλλιεργηθεί η τομάτα, το φθινόπωρο ή νωρίς την άνοιξη πριν από τη σπορά ή την μεταφύτευση συνίσταται να γίνεται κατεργασία του εδάφους με άροση σε βάθος περίπου 20 cm ή βαθύτερα στην περίπτωση του συνεκτικού εδάφους. Κατά τον πρώτο μήνα μετά την σπορά ή την μεταφύτευση συνίσταται επιμελημένη αλλά αβαθής (2,5-5 cm) κατεργασία του εδάφους για καταστροφή των ζιζανίων, αφ' όσον δεν έγινε χημική ζιζανιοκτονία. Εφόσον είναι απαραίτητο συνίσταται μόνο ελαφρά επιφανειακή κατεργασία του εδάφους για αποφυγή καταστροφής των ριζών, που βρίσκονται σε μικρό βάθος, γιατί η απώλειά τους έχει δυσμενή επίδραση στην ανάπτυξη του φυτού.

Σε καλλιέργεια τομάτας υπό κάλυψη η προετοιμασία του εδάφους ξεκινά αμέσως μετά το πέρας της προηγούμενης καλλιέργειας. Γίνεται τοποθέτηση κοπριάς και ακολουθεί όργωμα και φρεζάρισμα και μετά η απολύμανση του εδάφους από τα διάφορα παθογόνα. Για να είναι επιτυχημένη η απολύμανση το έδαφος πρέπει να ψιλοχωματισμένο, να είναι στο ρώγο του και η θερμοκρασία του να είναι μεταξύ 10°C και 25°C.

Μετά την μεταφύτευση των φυταρίων στις τελικές τους θέσεις, δηλαδή από τα αρχικά τους στάδια, είναι αναγκαία κάποια ελαφριά σκαλίσματα για τον αερισμό του εδάφους και κυρίως για την καταστροφή των ζιζανίων και το σπάσιμο της κρούστας, που σχηματίζεται μετά από βροχές στο λαιμό του φυτού (Ντόγγρας, 2001).

Λίπανση

Η απαιτούμενη λίπανση εξαρτάται κυρίως από την γονιμότητα του εδάφους, τον γενότυπο, τις συνθήκες περιβάλλοντος, το σύστημα αμειψιοσποράς, την καλλιεργητική τεχνική, καθώς και από την επιδιωκόμενη απόδοση των φυτών. Επομένως, είναι δύσκολος ο υπολογισμός των αναγκών μιας καλλιέργειας σε λίπανση, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει ανάλυση εδάφους (Ντόγγρας, 2001).

Η επιλογή της λίπανσης γίνεται κρισιμότερη αν συνεκτιμηθεί το γεγονός ότι η τομάτα είναι ένα ιδιαίτερα απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά

στοιχεία όταν επιδιώκονται υψηλές αποδόσεις. Από την βιβλιογραφία φαίνεται ότι η τομάτα απαιτεί μεγάλες ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου, αφού μια καλλιέργεια παραγωγής περίπου 40 τόνων καρπών αφαιρεί περίπου 93 kg αζώτου, 20 kg φωσφόρου και 126 kg ανθρακικό κάλιο από ένα εκτάριο. Κάποιες συστάσεις λίπανσης περιλαμβάνουν 40-60 kg αζώτου, 60-80 kg φωσφόρου και 100-120 kg καλίου ανά εκτάριο (Madhavi and Salunkhe, 1998).

Άρδευση

Διεθνώς, έχει παρατηρηθεί πως οι υψηλότερες αποδόσεις σε καλλιέργειες τομάτας λαμβάνονται σε γόνιμα εδάφη και ξηρά κλίματα αλλά με άφθονο νερό καλής ποιότητας για επαρκή άρδευση. Η συχνότητα των αρδεύσεων σε καλλιέργειες τομάτας εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του εδάφους και τις συνθήκες περιβάλλοντος. Συχνή αλλά μικρής έντασης άρδευση βελτιώνει το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα του καρπού, αλλά η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και σε οξέα μειώνεται.

Σήμερα, έχει επικρατήσει η άρδευση να γίνεται με σταγόνες εξαιτίας των αναγκών της καλλιέργειας για μεγάλη εδαφική υγρασία και αποφυγής της διαβροχής της φυλλικής επιφανείας. Βέβαια, το κόστος ενός συστήματος στάγδην άρδευσης δεν είναι αμελητέο και απαιτείται για την εγκατάστασή του ειδική μελέτη, όμως η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί στο ότι εξοικονομεί μεγάλες ποσότητες νερού κρατώντας το έδαφος σε συνθήκες σταθερής υγρασίας, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγονται ο σχηματισμός κρούστας, η διάβρωση του εδάφους και τα ζιζάνια (Anderlini, 1984).

Οι ανάγκες του φυτού σε νερό αυξάνονται κατά την καρποφορία. Έλλειψη νερού κατά την περίοδο ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας «σήψη κορυφής». Κάτω από ορισμένες συνθήκες η έλλειψη νερού αναστέλλει την βλαστική ανάπτυξη αλλά επιταχύνει την αναπαραγωγική ανάπτυξη του φυτού. Ακόμα, η υπερβολική άρδευση κατά την περίοδο της άνθησης προκαλεί αυξημένη ανθόπτωση και μειωμένη καρπόδεση (Ντόγρας, 2001).

Ως προς την ποιότητα του νερού ο Ολύμπιος (2001) αναφέρει ότι η τομάτα αντέχει σε σχετικά υψηλό ποσοστό ολικών αλάτων στο έδαφος και στο νερό άρδευσης. Είναι το πιο ανθεκτικό λαχανικό από όλα όσα καλλιεργούνται στην Ελλάδα σε θερμοκήπιο. Όταν εφαρμόζεται άρδευση με ψεκαστήρες και το νερό είναι κακής ποιότητας προκαλείται «κάψιμο» των φύλλων, γεγονός που μπορεί να μειωθεί με εφαρμογή της άρδευσης κατά τη διάρκεια της νύκτας.

Κλάδεμα

Το κλάδεμα είναι μια εργασία επιβεβλημένη γιατί συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου, εξισορρόπηση βλάστησης και καρποφορίας, περιορισμός του αριθμού των ταξικαρπιών στον κεντρικό βλαστό, συγκέντρωση της παραγωγής σε ορισμένη χρονική περίοδο, εξασφάλιση ομοιογένειας στους καρπούς και βελτίωση της ποιότητας των καρπών. Το μονοστέλεχο σύστημα εφαρμόζεται αποκλειστικά σε παγκόσμια και πανελλαδική κλίμακα γιατί συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα.

Στο μονοστέλεχο σύστημα αφαιρούνται όλοι οι πλάγιοι βλαστοί, που αναπτύσσονται στις μασχάλες των φύλλων, και αφήνεται μόνο το κεντρικό στέλεχος να αναπτυχθεί, διαδικασία που ονομάζεται βλαστολόγημα. Σύμφωνα με αυτό γίνεται αφαίρεση όλων των μικρών μασχαλιαίων αναβλαστημάτων όσο πιο νωρίς γίνεται ώστε να αποφεύγονται μεγάλες πληγές στα φυτά, που ελλοχεύουν κινδύνους μετάδοσης παθογόνων. Η αφαίρεση των βλαστών γίνεται με το χέρι και όχι με μαχαίρι. Επιπλέον όταν ο καιρός είναι υγρός και υπάρχουν στο θερμοκήπιο μυκητολογικές προσβολές είναι χρήσιμο μετά το βλαστολόγημα να γίνεται ψεκασμός με μυκητοκτόνο.

Σε καλλιέργειες υπαίθρου, που αναπτύσσονται σε περιόδους με μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και κάτω από συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας αέρα, το κλάδεμα για διαμόρφωση μονοστέλεχων φυτών μπορεί να αύξησει το ποσοστό των καρπών που σχίζονται. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις κλαδεμένων φυτών

παρατηρήθηκε αύξηση των φυσιολογικών ανωμαλιών της «σήψης της κορυφής» και του «ηλιοκαύματος».

Σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες, υπό συνθήκες ελλιπούς φωτισμού, γίνεται και αφαίρεση μικρών φύλλων γηρασμένων, τα οποία έχουν χάσει την ικανότητά τους να φωτοσυνθέτουν. Αυτά αφαιρούνται κυρίως από τη βάση των φυτών μετά την έναρξη της συγκομιδής. Η αποφύλλωση γίνεται για να επιτραπεί ο καλύτερος φωτισμός των καρπών που βρίσκονται στο στάδιο της ωρίμανσης, γιατί όπως είναι γνωστό, το άμεσο φως βελτιώνει την ποιότητα των καρπών. Ακόμα νεαροί καρποί που παρουσιάζουν ανωμαλίες αφαιρούνται όταν είναι ακόμα μικροί (Ντόγρας, 2001).

Υποσύλωση

Η υποσύλωση γίνεται σε συνδυασμό με το κλάδεμα για την καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου και σκοπό έχει να βοηθήσει στον καλύτερο φωτισμό των φυτών και να διευκολύνει το κλάδεμα για ρύθμιση του φορτίου παραγωγής, την εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών και τον αερισμό (Ολύμπιος, 2001).

Η υποσύλωση γίνεται συνήθως με καλάμια διατασσόμενα με διάφορους τρόπους ή με πασσάλους επί των οποίων στερεώνονται οριζοντίως 2-3 σειρές σύρματος. Οποιοδήποτε σύστημα υποσύλωσης και αν υιοθετηθεί στις υπαίθριες καλλιέργειες τα φυτά δένονται επί των στηριγμάτων με σπάγκο μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάπτυξή τους. Στο θερμοκήπιο τα φυτά αναπτύσσονται προς τα πάνω περιελίσσοντας το κεντρικό στέλεχος γύρω από έναν σπάγκο. Το κάτω άκρο του σπάγκου είτε δένεται σε ένα πασσαλάκι που καρφώνεται στο χώμα δίπλα στο φυτό είτε δένεται κατ' ευθείαν στο βλαστό με μια αρκετά χαλαρή θηλιά, γιατί καθώς μεγαλώνει η διάμετρος του βλαστού δεν πρέπει να προκληθεί σύσφιξη. Η δεύτερη μέθοδος είναι η φθηνότερη και η απλούστερη. Πάνω και παράλληλα με κάθε σειρά φυτών υπάρχει τοποθετημένο ένα σύρμα, στο ύψος των υδροροών του θερμοκηπίου, πάνω στο οποίο δένονται οι επάνω άκρες των σπάγκων έτσι που να είναι χαλαροί (Ντόγρας, 2001).

1.1.7 Συγκομιδή

Το κυριότερο κριτήριο για τη συγκομιδή της τομάτας είναι το χρώμα, αφού όταν ο καρπός είναι πλήρως κόκκινος τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά έχουν τις άριστες τιμές τους (Ντόγρας, 2001).

Η τομάτα συγκομίζεται σε διάφορα στάδια ωριμότητας ανάλογα με τον λόγο για τον οποίο καλλιεργούνται και με την απόσταση της αγοράς που μεταφέρεται. Για την διάθεση σε μακρινές αγορές η τομάτα νωπής κατανάλωσης συγκομίζεται στο στάδιο του «ώριμου πράσινου», στο οποίο ο καρπός έχει αποκτήσει σχεδόν το τελικό μέγεθός του και το ανοικτό πράσινο χρώμα στην κορυφή του μόλις αλλάζει σε κιτρινοπράσινο. Όταν η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό, η ωρίμανσή της συμπληρώνεται σε 1-2 εβδομάδες σε θερμοκρασία 18-20°C. Όταν πρόκειται να διακινηθούν σε σχετικά κοντινές αγορές συγκομίζονται στο στάδιο που η κορυφή του καρπού είναι ρόδινη, οι καρποί αυτοί ωριμάζουν σε 3-4 ημέρες στους 18-20°C (Madhavi and Salunkhe, 1998; Ντόγρας, 2001).

Οι τομάτες που πάνε για επεξεργασία συγκομίζονται όταν είναι πλήρως ώριμες, με σκοπό να βελτιστοποιηθούν αρκετές παράμετροι ποιότητας, όπως το χρώμα, η γεύση, η οξύτητα, τα ολικά διαλυτά στερεά κ.ά. (Madhavi and Salunkhe, 1998). Η ποιότητα της τομάτας που ωριμάζει πλήρως επάνω στο φυτό είναι καλύτερη από την ποιότητα εκείνης που συγκομίζεται νωρίτερα και ωριμάζει μακριά από το φυτό, αλλά δεν είναι πρακτικά δυνατή η διακίνηση ώριμης τομάτας σε μακρινές αγορές, γιατί γρήγορα καταστρέφεται (Ντόγρας, 2001).

Οι τομάτες νωπής κατανάλωσης συλλέγονται με το χέρι, ενώ οι βιομηχανικές τομάτες με τη χρήση ειδικά σχεδιασμένων μηχανών. Όμως θα πρέπει κατά τη μηχανική συγκομιδή οι περισσότεροι καρποί να είναι ώριμοι, για να επιτευχθεί αυτό εφαρμόζονται εξωγενώς χημικές ουσίες, όπως το ethephon, που όταν μεταβολισθούν στο φυτό ελευθερώνουν αιθυλένιο, χημική ένωση που σχετίζεται στενά με την ωρίμανση του καρπού τομάτας (Madhavi and Salunkhe, 1998). Κατά την εφαρμογή των ουσιών αυτών, η θερμοκρασία αέρα πρέπει να είναι 15-30°C και τουλάχιστον το 80% των καρπών πρέπει να έχει αρχίσει να ωριμάζει (Ντόγρας, 2001).

Στην Ελλάδα, η απόδοση της βιομηχανικής τομάτας κυμαίνεται από 4-10 τόνους/στρέμμα (μέση απόδοση 5-6 τόνους/στρέμμα) όταν η συγκομιδή γίνεται σε 2-3 «χέρια». Η συνήθης απόδοση της επιτραπέζιας τομάτας υπαίθρου είναι 6-8 τόνους/στρέμμα, ενώ στο θερμοκήπιο η απόδοση κυμαίνεται από 6-12 τόνους/στρέμμα (Ντόγρας, 2001).

1.1.8 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία

Οι εχθροί, οι μύκητες, τα βακτήρια και οι ιοί καθώς και οι τρόποι και τα σκευάσματα αντιμετώπισής τους αναφέρονται παρακάτω από τον Ολύμπιο (2001).

Εχθροί

(1) Νηματώδεις (*Meloidogyne* spp). Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα. Καταπολεμούνται με ριζοποτίσματα με νηματωδοκτόνα (Νεμακούρ, Μοκάπ, Φουραντάν ή Κουρατέρ), με ανθεκτικές ποικιλίες - υβρίδια και με ανθεκτικά υποκείμενα.

(2) Σιδηροσκώληκες (*Agriotes obscurus*). Προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού, κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Καταπολεμούνται με ριζοπότισμα με κοκκώδη εντομοκτόνα (Ντοτάν, Μοκάπ, Φουραντάν ή Κουρατέρ).

(3) Αφίδες. Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς και είναι φορείς πολλών ιώσεων. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα (Savona, Χοστακουίκ, Πιριμόρ, Ντεντεβάπ) και βιολογικά με το δίπτερο *Aphidoletes aphidimyza*, το υμενόπτερο *Aphidius matricarie* και με το μύκητα *Verticillium lecanii*.

(4) Θρίπες (*Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*, *Heliothrips haemorrhoidalis*). Προσβάλλουν τα φύλλα και τα άνθη και μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις. Μειώνουν ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή. Καταπολεμούνται με χρωματικές παγίδες (μπλε), με εφαρμογή εντομοκτόνων (Μεθειοκάρμπ) και βιολογικά, με τα ακάρεα *Amblyseius cucumeris* και *Amblyseius barkeri* ή *mackenziei*.

(5) Φυλλορύκτες της τομάτας (*Lyriomyza trifolii* και *Lyriomyza bryoniae*). Προκαλούν στοές στο μεσόφυλλο. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα (Ντεντεβάπ, Νογκός, Διπτερέξ), με τον παρεμποδιστή ανάπτυξης του εντόμου Trigard, και βιολογικά με τα παράσιτα υμενόπτερα *Dacnusa sibirica* και *Diglyphus isaea*.

(6) Τετράνυχος (*Tetranychus urticae*, *Aculops lycopersici*). Προσβάλλουν κυρίως τα φύλλα. Ευνοούνται από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής σχετικής υγρασίας. Καταπολεμούνται με εφαρμογή ακαρεοκτόνων (Βεντέξ, Ομάιτ, Κέλτιον, Μίτιον), μόνα τους ή σε συνδυασμό με το εντομοκτόνο Savona. Για αυξημένη αποτελεσματικότητα, στα παραπάνω ακαρεοκτόνα μπορεί να προστεθεί και η φερομόνη Stirrup-M. Βιολογικά καταπολεμείται με το παράσιτο *Phytoseiulus persimilis*.

(7) Αλευρώδης (*Trialeurodes vaporariorum*). Προσβάλλει τα φύλλα, εξασθενεί τα φυτά και στα αποχωρήματά του αναπτύσσεται δευτερογενώς καπνιά. Καταπολεμείται με ψεκασμούς φυλλώματος με εντομοκτόνα (Διαζινόν, Θειοντάν, Ακτελίκ) ή με τον παρεμποδιστή ανάπτυξης του εντόμου Απλότ, με εφαρμογή εντομοκτόνων εδάφους (Ρογκόρ, Βαϊντέιτ), με χρωματικές παγίδες (κίτρινες) και με βιολογικό τρόπο με το παράσιτο *Encarsia formosa*.

Μυκητολογικές ασθένειες

(1) Αδρομυκώσεις (*Verticillium dahliae*, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*). Προκαλούν απόφραξη των αγγείων με αποτέλεσμα σταδιακή μάρανση και τελικά ξήρανση όλου του φυτού. Χαρακτηριστικός ο καστανός μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου σε προσβεβλημένα φυτά. Σοβαρότερη είναι η προσβολή της τομάτας και της μελιτζάνας. Καταπολεμούνται με ανθεκτικές ποικιλίες και εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF). Σε αρχικές προσβολές σε νεαρά φυτά συνιστάται ριζοπότισμα με Μπενλέιτ ή Τερακλόρ-σούπερ.

(2) Καστανή σήψη των ριζών ή Φελλώδης σηψιρρηξία (Brown root ή Corky root) (*Pyrenochaeta lycopersici*). Οι ρίζες προσβεβλημένων φυτών αποκτούν καστανές διογκώσεις με φελλώδη όψη. Καταπολεμείται με εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF).

(3) Ντιντιμέλλα (*Didymella lycopersici*). Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμείται με χρησιμοποίηση απολυμασμένου σπόρου και εφαρμογή μυκητοκτόνων (Μπενλέιτ, Μπαβιστίν).

(4) Φαιά σήψη (*Botrytis cinerea*). Προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (<18°C). Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς (Ronilan, Rovral, Sumisclex, Daconil, Sumico) και με βελτίωση συνθηκών στο θερμοκήπιο (καλός εξαερισμός, υψηλή θερμοκρασία). Για την καταπολέμησή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το βιολογικό σκεύασμα Trichodex.

(5) Περονόσπορος (*Phytophthora infestans*). Προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία υψηλή. Καταπολεμείται με προληπτικούς (Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακονίλ) και θεραπευτικούς (Κουπερτίν-Σούπερ, Αλπέρ, Αλιέτ) ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας του θερμοκηπίου. Σε υπαίθριες καλλιέργειες μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το Ριντομίλ.

(6) Αλτερνάρια (*Alternaria solani*). Προσβάλλει το λαιμό των νεαρών φυτών και στα αναπτυγμένα φυτά τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία και την υψηλή υγρασία. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς (Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακονίλ, Ναμπάκ, Καζουμίν).

(7) Κλαδοσπορίαση (*Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*). Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 18 και 24°C και υγρασία 95%. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς (Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακονίλ, Ναμπάκ, Καζουμίν) και με μείωση της υγρασίας. Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Καταπολεμείται με

προληπτικούς (Θειάφι, Μορεστάν, Αντρακόλ-Κόμπι) και θεραπευτικούς (Μπαυλετόν, Συστέιν, Τοπάς, Αφουγκάν) ψεκασμούς.

(8) Ωίδιο (*Leveillula taurica*). Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Καταπολεμείται με προληπτικούς (Θειάφι, Μορεστάν, Αντρακόλ-Κόμπι) και θεραπευτικούς (Μπαυλετόν, Συστέιν, Τοπάς, Αφουγκάν) ψεκασμούς.

(9) Σκληροτίνια (*Sclerotinia sclerotiorum*). Προσβάλλει κυρίως τα στελέχη αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμείται με ριζοποτίσματα (Καπταζίμ, Τεροζίμ) και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με Ronilan, Rovral, Sumisclex.

(10) Σεπτόρια (*Septoria lycopersici*). Προσβάλλει τα φύλλα και τα στελέχη της τομάτας. Καταπολεμείται με απολύμανση του σπόρου και εφαρμογή μηκυτοκτόνων (Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακονίλ, Ναμπάκ).

Βακτηριώσεις

(1) Βακτηριακός έλκος (*Corynebacterium michiganense*). Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς, όπου προκαλεί έλκη. Καταπολεμείται με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και μειώνεται η εξάπλωσή του με ψεκασμό με χαλκούχα μυκητοκτόνα.

(2) Βακτηριακή κηλίδωση (*Xanthomonas vesicatoria*). Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς όπου προκαλεί χαρακτηριστικές κηλίδες

(3) Βακτηριακή στιγμάτωση (*Pseudomonas tomato*). Προσβάλλει φύλλα και καρπούς και προκαλεί χαρακτηριστικά μαύρα στίγματα. Καταπολεμούνται με απολύμανση των σπόρων, με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και προληπτικά με χαλκούχα μυκητοκτόνα.

(4) Stolbur (*Tomato stolbur MLO*) και γιγαντοφθαλμία (Big bud): Η ασθένεια αποδίδεται σε μικροοργανισμό παρόμοιο με μυκόπλασμα (MLO). Στους ηθμώδεις σωλήνες των ιστών των ασθενών φυτών της τομάτας διαπιστώθηκε η παρουσία πλειομορφικών μικροοργανισμών παρόμοιων με μυκόπλασμα. Τα ίδιο παθογόνο προσβάλλει την πατάτα, τη μελιτζάνα κ.ά. είδη της οικογένειας Solanaceae. Φαίνεται όμως ότι προσβάλλει και διάφορα αυτοφυή ζιζάνια στα οποία επιβιώνει και από

αυτά μεταδίδεται μέσω φορέων στα καλλιεργούμενα φυτά. Αναφέρεται ότι το παθογόνο μεταδίδεται με τα έντομα (φυλλοτέττιγες) φορείς *Hyalosthes obsoletus*, *Macrosteles* spp. και *Lygus* spp. Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της γιγαντοφθαλμίας είναι η πάχυνση στελεχών και βλαστών, ανάπτυξη μεγάλων ανθοφόρων κωνοειδών οφθαλμών, βλαστομανία βραχέων και παχέων βλαστών, βραχυγονάτωση και φυλλωδία (μεταβολή μερών του άνθους σε φυλλίδια). Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στον αγρό τον Ιούνιο. Τα συμπτώματα των ασθενών φυτών υποχωρούν μετά από χορήγηση υδροχλωρικής τετρακυκλίνης (Alivizatos, 1993).

Ιώσεις

(1) Μωσαϊκή του καπνού *TMV* Προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της μωσαϊκής. Καταπολεμείται με ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση απόρου, μόλυνση νεαρών φυτών τομάτας με ήπιο κλώνο *TMV* για προστασία φυτών από περισσότερο καταστρεπτικό κλώνο.

(2) Μωσαϊκή του αγγουριού *CMV*. Προκαλεί χαρακτηριστικό μωσαϊκό στα φύλλα πιπεριάς και μελιτζάνας και νηματόμορφα φύλλα στη τομάτα. Καταπολεμείται με ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση απόρου, απολύμανση εδάφους και καταπολέμηση των αφίδων που είναι φορείς του ιού.

(3) Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων *TYLCV*. Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό αλλά κυρίως τη βλασάνουσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση. Δεν καταπολεμείται άμεσα, δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες. Έμμεσα εμποδίζεται η μετάδοση με καταπολέμηση του αλευρώδους που θεωρείται φορέας της ίωσης.

1.1.9 Φυσιολογικές ανωμαλίες

Κατά τον Ντόγρα (2001) η εκδήλωση των φυσιολογικών ανωμαλιών εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό όχι μόνο από τον γενότυπο αλλά και από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε ορισμένα στάδια ανάπτυξης του καρπού, γι' αυτό δεν αρκεί η γενετική βελτίωση των ποικιλιών για την εξάλειψη των ανωμαλιών αυτών.

(1) Σχίσσιμο του καρπού – *Cracking* (ακτινωτό ή ομόκεντρο γύρω από τον ποδίσκο). Η ευπάθεια στο σχίσσιμο είναι γενετικό χαρακτηριστικό αλλά επηρεάζεται και από ορισμένους παραμέτρους του περιβάλλοντος, όπως υγρασία εδάφους, βροχή και υψηλή θερμοκρασία. Απώτερες αυξομειώσεις στη διαθέσιμη υγρασία σε συνδυασμό με υψηλό ρυθμό ανάπτυξης των καρπών λόγω υψηλών θερμοκρασιών ευνοούν το σχίσσιμο των καρπών ορισμένων ποικιλιών. Το σχίσσιμο των καρπών αυξάνει τον κίνδυνο μικροβιακών μολύνσεων καθώς και την αφυδάτωση του καρπού. Οι απώλειες από το σχίσσιμο των καρπών μπορούν να μειωθούν με την καλλιέργεια ανθεκτικών ποικιλιών και με την αποφυγή μεγάλων διακυμάνσεων της διαθέσιμης στο φυτό υγρασίας ή και της θερμοκρασίας στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

(2) Σήψη της κορυφής του καρπού – *Blossom-end rot*. Το αρχικό σύμπτωμα είναι μια μικρή καφέ κηλίδα στην κορυφή του πράσινου ακόμη καρπού που αντιστοιχεί στη θέση του στίγματος του άνθους από το οποίο προήλθε ο καρπός. Αργότερα η κηλίδα μεγαλώνει, ξεραίνεται, βαθαίνει και γίνεται δερματώδης. Η σήψη της κορυφής προκαλείται είτε λόγω χαμηλής περιεκτικότητας του εδάφους σε ασβέστιο είτε λόγω ανεπαρκούς μεταφοράς του στον καρπό. Η σήψη της κορυφής του καρπού παρουσιάζεται συνήθως σε συνθήκες υψηλής αλατότητας του εδάφους ή χαμηλής θερμοκρασίας εδάφους γιατί τότε μειώνεται η πρόσληψη νερού και επομένως και η πρόσληψη και μεταφορά του ασβεστίου. Επίσης μειώνεται η πρόσληψη ασβεστίου σε περίπτωση υπερλίπανσης με αμμωνιακό άζωτο, μαγνήσιο και κάλιο. Η μείωση της μεταφοράς του ασβεστίου στους καρπούς μπορεί να προκληθεί και από υψηλή σχετική υγρασία στον αέρα, γιατί μειώνεται η διαπνοή και επομένως η πρόσληψη νερού.

(3) Καρπός με κενούς χώρους καρπόφυλλων - *Puffiness*. Εσωτερικά ο καρπός είναι κενός, σε έναν ή περισσότερους χώρους καρπόφυλλων, ενώ εξωτερικά εμφανίζεται με γωνίες στα σημεία ένωσης των καρπόφυλλων και με πλευρές σχεδόν επίπεδες. Οι αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος που έχουν δυσμενή επίδραση στην επικοινωνία και γονιμοποίηση, με συνέπεια να μην αναπτύσσονται πολλοί σπόροι σε κάθε καρπόφυλλο ευνοούν την ανωμαλία αυτή.

(4) Καρποί με πράσινους «ώμους». Η περιοχή γύρω από τον κάλυκα («ώμος») παραμένει πράσινη, ενώ ο υπόλοιπος καρπός ωριμάζει και χρωματίζεται κανονικά. Η ανωμαλία αυτή αποτελεί γενετικό χαρακτηριστικό δεδομένου ότι οφείλεται στην απουσία του γονιδίου της «ομοιόμορφης ωρίμανσης», όπως αυτό ονομάζεται.

1.1.10 Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Χρώμα

Το χρώμα είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας για την τομάτα. Το χρώμα της κόκκινης τομάτας καθορίζεται κυρίως από την περιεκτικότητά της σε λυκοπίνιο. Η β-καροτίνη είναι ένα άλλο κύριο καροτενοειδές της κόκκινης τομάτας και μπορεί να καταστεί σημαντικός παράγοντας στο χρώμα της τομάτας υπό κατάλληλες συνθήκες.

Το χρώμα είναι ένας δείκτης ωρίμανσης της τομάτας γι' αυτό και έχουν αναπτυχθεί διάφορες υποκειμενικές κλίμακες εκτίμησης και χρωματικοί χάρτες για την ταξινόμηση των σταδίων ωριμότητας. Αντικειμενικές μέθοδοι για την εκτίμηση του χρώματος των τοματών περιλαμβάνουν μέτρηση του συντελεστή ανάκλασης φωτός και τεχνικές μετάδοσης φωτός (Σφακιωτάκης, 1995).

Η συγκέντρωση του λυκοπινίου στον καρπό της τομάτας μπορεί να εξαρτάται από τη γενετική σύσταση αλλά και οι παράγοντες του περιβάλλοντος και οι καλλιεργητικές τεχνικές έχουν μια επίδραση πάνω στην περιεκτικότητα λυκοπινίου των καρπών. Από επιστημονικές αναφορές των τελευταίων 50 ετών φαίνεται ότι θερμοκρασίες κάτω από

12°C μειώνουν πολύ την βιοσύνθεση του λυκοπινίου και θερμοκρασίες πάνω από 32°C την σταματούν (Dumas et al., 2002). Έχει βρεθεί ότι το άριστο επίπεδο θερμοκρασίας για τη μέγιστη σύνθεση χρώματος κυμαίνεται γύρω στους 21-22°C (Ολύμπιος, 2001).

Όσον αφορά στις συνθήκες φωτός, το λυκοπίνιο σχηματίζεται και με την επίδραση του διάχυτου φωτός υπό σκιά, ενώ η καροτίνη για να σχηματιστεί χρειάζεται απαραίτητα την άμεση ακτινοβολία (Ολύμπιος, 2001). Η περιεκτικότητα λυκοπινίου αυξάνεται απότομα κατά την περίοδο της ωρίμανσης και μπορεί να επηρεάζεται από τους φυτικούς ρυθμιστές ανάπτυξης (Dumas et al., 2002).

Βιταμίνη C

Η βιταμίνη C ή ασκορβικό οξύ περιέχεται σε σημαντικές ποσότητες στην τομάτα και αποτελεί την βιταμίνη με το μεγαλύτερο ποσοστό περιεκτικότητας στην τομάτα. Η μέση περιεκτικότητά της είναι 25mg/100g νωπού καρπού. Υπάρχει μεγάλο εύρος στην περιεκτικότητα της βιταμίνης C ανάμεσα στις καλλιέργειες τομάτας και ανάμεσα στα διαφορετικά είδη. Προσπάθειες γίνονται για την ανάπτυξη ποικιλιών με υψηλή περιεκτικότητα σε βιταμίνη C με τη βοήθεια της γενετικής. Οι τομάτες που προέρχονται από υπαίθρια καλλιέργεια περιέχουν μεγαλύτερα ποσά βιταμίνης C από αυτές που προέρχονται από καλλιέργεια θερμοκηπίου (Madhavi and Salunkhe, 1998).

Σκληρότητα- συνεκτικότητα της σάρκας

Η σκληρότητα συσχετίζεται στενά με το στάδιο ωριμότητας του καρπού. Έχει ιδιαίτερη σημασία όταν οι τομάτες προορίζονται για νωπή κατανάλωση όποτε και μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις. Οι περισσότεροι καταναλωτές προτιμούν σκληρές τομάτες, που δεν χάνουν τον χυμό τους όταν κόβονται, και οι οποίες δεν έχουν σκληρή επιδερμίδα. Η ποιότητα της υφής της τομάτας επηρεάζεται από την ανθεκτικότητα της επιδερμίδας, τη σταθερότητα της σάρκας και την εσωτερική δομή του καρπού. Η παραγωγή του ενζύμου πολυγαλακτουνοράση παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην αλλαγή της υφής

κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Σημαντικό, ακόμα, ρόλο στη σκληρότητα του καρπού παίζουν και οι πρωτοπεκτίνες, ένζυμα με αργή δράση που διαλύουν τα κυτταρικά τοιχώματα (Madhavi and Salunkhe, 1998)

Ο βαθμός σκληρότητας ή το μαλάκωμα της σάρκας του καρπού μετράται με ειδικά όργανα, τα πιεσόμετρα. Ένας εύχρηστος τύπος πιεσόμετρου είναι το Effegi, το οποίο αποτελείται από ένα περιστροφικό δυναμόμετρο μικρών διαστάσεων και η πίεση μετριέται σε κιλά (Σφακιωτάκης, 1995).

pH- Οξύτητα

Το pH στον καρπό της τομάτας κυμαίνεται μεταξύ 4-4,7. Το ποσοστό του κιτρικού οξέος, που είναι το επικρατέστερο οξύ στην τομάτα, επηρεάζει την οξύτητά της και συνδέεται άμεσα με το βαθμό ωριμότητας του καρπού. Εκτός από το κιτρικό οξύ οι τομάτες περιέχουν και άλλα μικρότερης συγκέντρωσης όπως τα μαλικό, λακτικό, ασκορβικό, ακετικό κ.ά. Το σύνολο των οξέων δημιουργούν την οξύτητα στην τομάτα. Η συγκέντρωση των οξέων επίσης διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, την καλλιεργητική τεχνική και τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την διάρκεια της καλλιέργειας (Madhavi and Salunkhe, 1998).

Η συγκέντρωσή τους ποικίλει από μερικά ppm μέχρι 1-20mg/100gr νωπής τομάτας. Η περιεκτικότητα σε οξέα μετριέται με ογκομέτρηση με αλκάλι σε χυμό και μεταβάλλεται κατά την ωρίμανση. Η μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας γίνεται σε χυμό (10 ή 50 ml) με εξουδετέρωση με κανονικό διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (1N ή 0,1N), παρουσία του δείκτη φαινολοφθαλείνης ή με τη βοήθεια πεχάμετρου (εξουδετέρωση μέχρι το σημείο pH 8,2) (Σφακιωτάκης, 1995).

Σημαντικός παράγοντας της διακριτικής γεύσης της τομάτας είναι και η σχέση μεταξύ του pH και της περιεκτικότητας σε διαλυτά στερεά, κυρίως σάκχαρα. Όσο οι καρποί φτάνουν στο στάδιο ωριμότητας τόσο βελτιώνεται η σχέση σάκχαρα/οξέα ή διαλυτά στερεά/οξέα. Θα πρέπει να ειπωθεί ότι η περιεκτικότητα σε σάκχαρα, κυρίως μέσα στα κυτταρικά

τοιχώματα, φτάνει στο μέγιστο όταν ο καρπός είναι τελείως ώριμος (Σφακιωτάκης, 1995).

Διαλυτά στερεά

Με την ωρίμανση του καρπού γίνεται υδρόλυση του αμύλου και αυξάνεται η περιεκτικότητα των σακχάρων. Η μέτρηση των σακχάρων είναι δυνατόν να γίνει με χημική μέθοδο. Τα σάκχαρα όμως που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών στερεών προσδιορίζονται πιο εύκολα με διαθλασίμετρο στο χυμό του καρπού. Η μέτρηση παίρνεται τοποθετώντας μια σταγόνα χυμού στη γυάλινη πλάκα του οργάνου (Σφακιωτάκης, 1995).

1.2 ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΟΣ

1.2.1 Γενικά

Ως εμβολιασμός αναφέρεται η ένωση φυτικών τμημάτων, που είναι συμβατά, με σκοπό την φυσιολογική τους ένωση και ανάπτυξή τους ως ένα ενιαίο φυτό, που θα έχει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των δυο φυτών από τα οποία προήλθε (Janick, 1986).

Οι καταβολές του εμβολιασμού για τις οπωροφόρες καλλιέργειες βρίσκονται στην αρχαιότητα. Ο εμβολιασμός ήταν γνωστός στους Κινέζους από το 1560 π.Χ. τουλάχιστον και αναφέρεται σε γεωπονικά κείμενα από τον Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.) και τον Θεόφραστο (371-287 π.Χ.). Αλλά και ο εμβολιασμός στις ποώδεις καλλιέργειες είναι μια παλιά τεχνική, αφού περιγράφεται περιληπτικά για τα cucurbits σε κορεάτικο βιβλίο του 17^{ου} αιώνα από τον Hong (Lee and Oda, 2003).

Ο εμβολιασμός των λαχανικών, παρόλα αυτά, δεν φαίνεται να ήταν κοινή πρακτική μέχρι τον 12^ο αιώνα στην Ασία. Η καλλιέργεια των εμβολιασμένων φυτών ξεκίνησε στην Κορέα και στην Ιαπωνία σε μικρή κλίμακα κατά το τέλος της δεκαετίας του '20 και μετά τα πρώτα πειράματα η καλλιέργειά τους βαθμιαία αυξήθηκε σε αυτές τις χώρες και σήμερα μεγάλο ποσοστό των καλλιεργειών εμβολιάζονται πριν

μεταφυτευτούν στο θερμοκήπιο ή στο ύπαιθρο (Rivero et al., 2003). Μέχρι το 1990, το ποσοστό των εμβολιασμένων φυτών για την παραγωγή καρποφόρων λαχανικών (μελιτζάνα, αγγούρι, τομάτα, καρπούζι κ.ά.) έφτασε το 59% στην Ιαπωνία και 81% στην Κορέα (Lee, 1994).

Στην Μεσογειακή περιοχή ο εμβολιασμός των λαχανικών θεωρείται μια καινοτόμα τεχνική, αν και όπως αναφέρθηκε παραπάνω τόσο στην Ιαπωνία όσο και στην Κορέα αυτή τεχνική είναι πολύ διαδεδομένη. Με βάση τα δεδομένα που αναφέρονται στην βιβλιογραφία (Πίνακας 3) για τη διάδοση της τεχνικής του εμβολιασμού στις Μεσογειακές χώρες, συμπεραίνουμε ότι η Ισπανία είναι η χώρα με την μεγαλύτερη διάδοσή της και ότι στην Ιταλία υπάρχει μια αυξανόμενη διάδοση, αφού από 4 εκατ. φυτά το 1997 έγιναν 14 εκατ. το 2000 (Leonardi and Romano, 2004). Βέβαια, στην Ιαπωνία και στην Κορέα το 2000 χρησιμοποιήθηκαν 700 εκατ. εμβολιασμένα φυτά (Edelstein, 2004).

Πίνακας 3: Συνολικός αριθμός εμβολιασμένων σποροφύτων (2001) και τα ποσοστά για διάφορες καλλιέργειες σε κάποιες Μεσογειακές περιοχές

	Ισπανία	Ιταλία	Τουρκία	Μαρόκο
Σύνολο (εκατ. φυτά)	154	16	2	15
Τομάτα	40%	23%	99%	96%
Μελιτζάνα	-	8%	-	-
Πιπεριά	-	3%	-	-
Πεπόνι	8%	27%	1%	-
Καρπούζι	52%	39%	-	1%
Αγγούρι	-	-	-	3%
	100%	100%	100%	100%

Πηγή: Leonardi and Romano, 2004

Στην Ελλάδα, ο εμβολιασμός είναι πολύ διαδεδομένος ως τεχνική στις νότιες περιοχές και τα ποσοστά της καλλιεργούμενης έκτασης εμβολιασμένων λαχανοκομικών ειδών είναι 90-100% για πρώιμη καλλιέργεια καρπουζιού, 40-50% για καλλιέργεια πεπονιού σε χαμηλά σκέπαστρα, 5-10% για την καλλιέργεια αγγουριού και 2-3% για την καλλιέργεια μελιτζάνας και τομάτας. Αντίθετα στις βόρειες περιοχές της Ελλάδας ο εμβολιασμός είναι μια σπάνια εφαρμοζόμενη τεχνική (Traka-Mavrona et al., 2000).

Αρχικά, η καλλιέργεια εμβολιασμένων φυτών σκοπό είχε να μειώσει τις ζημιές από τα παθογόνα εδάφους, όπως η αδρομύκωση (Scheffer, 1957; Lee, 1994; Estan et al., 2005). Όμως με τη διάδοση αυτής της τεχνικής οι σκοποί διευρύνθηκαν, και έτσι σήμερα, όπως αναφέρουν οι Rivero et al. (2003) και οι Estan et al. (2005), ο εμβολιασμός εξυπηρετεί ένα ευρύ φάσμα σκοπών:

1. ενισχύει την αύξηση και την ανάπτυξη του φυτού
2. ελέγχει τον μαρασμό, που προκαλείται από τα παθογόνα
3. μειώνει μολύνσεις από μύκητες, βακτήρια και ιούς
4. ενισχύει την ανθεκτικότητα στις χαμηλές (Bulder et al., 1990) και στις υψηλές θερμοκρασίες (Rivero et al., 2003b)
5. ενισχύει την ανοχή στην καταπόνηση αλατότητας (Lazof et al., 1998)
6. αυξάνει την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων (Ruiz et al., 1997)
7. βελτιώνει τη χρήση του νερού (Cohen and Naor, 2002)
8. ενισχύει την αύξηση της παραγωγής, που μπορεί να φτάσει και το διπλάσιο μιας κανονικής παραγωγής (Kim et al., 1998; Asao et al., 1999)
9. αυξάνει τη σύνθεση των ενδογενών ορμονών (Proebsting et al., 1992), και
10. επιτρέπει μια γρηγορότερη ανάπτυξη γενετικής ανθεκτικότητας σε βελτιωτικά προγράμματα (Leonardi and Romano, 2004).

Από τα παραπάνω στοιχεία το ερώτημα που προκύπτει είναι γιατί ο εμβολιασμός διαδίδεται τα τελευταία χρόνια στις Μεσογειακές περιοχές ενώ η διαδικασία και τα οφέλη της είναι γνωστά από τον προηγούμενο αιώνα (Lee, 1994). Για την Μεσογειακή περιοχή συγκεκριμένα, οι λόγοι κυρίως σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα απλούστερων και φθηνότερων εναλλακτικών, στα μικρότερα ποσοστά εμφάνισης ασθενειών από παθογόνα εδάφους και στην ύπαρξη εξειδικευμένων εργαστηρίων μόλις τα τελευταία χρόνια (Leonardi and Romano, 2004).

Παλαιότερα, ο εμβολιασμός πραγματοποιούνταν με μεγάλα σπορόφυτα και η αποτελεσματικότητα ήταν μικρότερη από 50%, έτσι ο εργάτης μπορούσε να παράγει μόνο 150 φυτά ανά ημέρα (Ashita, 1930,

1934). Σήμερα η ημερήσια παραγωγή ενός εργάτη είναι 800-1.200 εμβολιασμένα φυτά, ενώ χρησιμοποιώντας μηχανές πάνω από 10.000 φυτά ανά ημέρα (Lee and Oda, 2003).

Η καλλιέργεια των εμβολιασμένων φυτών έχει εξαπλωθεί πολύ τα τελευταία χρόνια εξαιτίας και της δυνατότητας της ίδιας ποικιλίας να μπορεί να εμβολιαστεί σε διαφορετικά υποκείμενα ανάλογα με το στόχο του εμβολιασμού. Τις τελευταίες δεκαετίες πολλές επιστημονικές έρευνες για νέα υποκείμενα έχουν εντατικοποιηθεί (Kim, 1984).

Η καλλιέργεια εμβολιασμένων φυτών ως ένας εναλλακτικός τρόπος αντιμετώπισης των παθογόνων εδάφους έχει προκύψει μετά την απαγόρευση της χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου. Το βρωμιούχο μεθύλιο θεωρείται επικίνδυνο προκαλώντας μόλυνση του αέρα και καταστρέφοντας το στρώμα του όζοντος. Είναι τοξικό τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα ζώα κατά τις περιόδους εφαρμογής (Ristaino and Tomas, 1997) και έχει εντοπιστεί στα υπόγεια ύδατα (Wheeler and Kwar, 1997). Για τους λόγους που αναφέρονται παραπάνω, 168 χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας (1997) συμφώνησαν βαθμιαία να μειώσουν την παραγωγή βρωμιούχου μεθυλίου και να σταματήσουν την χρήση του στην γεωργία μέχρι το 2005.

Στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες χώρες με εντατική εκμετάλλευση της γης λόγω των μικρών γεωργικών εκτάσεων, ο εμβολιασμός των λαχανικών άρχισε να παρουσιάζει ενδιαφέρον την τελευταία δεκαετία, εξαιτίας της απαγόρευσης χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου, της υψηλής ζήτησης των προϊόντων που παράγονται με «φιλικές» προς το περιβάλλον επεμβάσεις και της σταδιακής εισαγωγής του σπορόφυτου στο σύστημα εμπορίας πολλαπλασιαστικού υλικού σε αντικατάσταση του σπόρου.

1.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής του εμβολιασμού

Με την εφαρμογή του εμβολιασμού στα λαχανικά εξασφαλίζεται ανθεκτικότητα σε παθογόνα εδάφους, που είναι από τους πιο επικίνδυνους και συχνούς βιοτικούς παράγοντες στους οποίους

εκτείνονται οι περισσότερες καλλιέργειες. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ένα εύρωστο και ζωηρό υποκείμενο έχει καλύτερη ανοχή ενάντια σε ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες, βακτήρια και ιούς, αν και ο βαθμός ανοχής ποικίλει από φυτό σε φυτό και εξαρτάται από τον γενότυπο του υποκειμένου. Ο εμβολιασμός με χρήση υποκειμένων ανθεκτικών σε παθογόνα εδάφους είναι μια πρακτική που προσφέρει λύση στην καλλιέργεια σε μολυσμένα εδάφη λαμβάνοντας υπ' όψη την κατάργηση του χημικού εδαφικού υποκαπνισμού για λόγους περιβαλλοντικής ρύπανσης (Rivero et al., 2003). Ακόμα λόγω αυτής της ανθεκτικότητας που παρουσιάζουν τα υποκείμενα δίνεται η δυνατότητα συνεχούς καλλιέργειας ενός λαχανικού στον ίδιο χώρο χωρίς αμειψισπορά (Findlay, 2001).

Επιπλέον με την επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου μπορεί να αυξηθεί η ανοχή σε συνθήκες καταπόνησης, όπως στις χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στο ριζόστρωμα, στην αλατότητα και στην υπερβολική υγρασία του εδάφους.

Υπάρχουν διάφορα παραδείγματα που δείχνουν ότι η χρήση εμβολιασμένων φυτών μπορεί να εξασφαλίσει την καλή ανάπτυξη και την ιδανική απόδοση της καλλιέργειας με μικρό ή μηδενικό κόστος, όταν αυτό αναφέρεται στο κόστος για την προστασία από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο, ο λόγος της ανθεκτικότητας σε χαμηλές θερμοκρασίες ριζοστρώματος δεν είναι ακόμη πλήρως γνωστός. Για την ερμηνεία αυτής της ανθεκτικότητας έχουν προταθεί ως πιθανοί μηχανισμοί η έξοδος του χυμού του ξυλώματος (Masuda and Gomi 1982) και η υψηλή κατανάλωση οξυγόνου (Rivero et al., 2003).

Μια υψηλή συγκέντρωση αλάτων προκαλεί διάφορους τύπους φυσικών και χημικών καταπονήσεων στα φυτά, όπως αλλαγές στη μορφολογία, στη φυσιολογία και στο μεταβολισμό του φυτού (Cheeseuman, 1988; Borochoy-Neori et al, 1991). Είναι αποδεκτό, ότι η αναστολή της ανάπτυξης λόγω καταπόνησης από άλατα, συνδέεται με αλλαγές στις υδατικές σχέσεις εντός του φυτού, που προκαλούνται από οσμωτικές επιδράσεις με συγκεκριμένες ιονικές συνέπειες (περίσσεια ή έλλειψη) ή από τη διαθεσιμότητα της ενέργειας, που σχετίζεται με τις

συγκεντρώσεις των υδατανθράκων (Lazof et al., 1998). Μια υψηλή συγκέντρωση αλάτων μειώνει το υδατικό δυναμικό του εδάφους προκαλώντας στο φυτό καταπόνηση λόγω έλλειψης νερού, δηλαδή το φαινόμενο της οσμωτικής επίδρασης της αλατότητας (Rivero et al., 2003).

Αναφερόμενοι στην ανθεκτικότητα του ριζικού συστήματος στην αλατότητα, τα ανθεκτικά φυτά μπορούν να διακριθούν σε εκείνα που αποκλείουν τα ιόντα (ion-exclusive) και σε εκείνα που επιτρέπουν την είσοδο των ιόντων (ion-inclusive) (Kramer, 1984). Όταν τα ιόντα Cl^- και Na^+ προκαλούν ζημιά στο φυτό σε μεγάλες συγκεντρώσεις, η αύξηση της ανθεκτικότητας στην αλατότητα μπορεί να επιτευχθεί με την επιλογή ανθεκτικών υποκειμένων και τη χρήση εμβολιασμένων φυτών (Bernstein et al., 1956; Bernstein et al., 1969).

Η πρόσληψη και η μετακίνηση αρκετών ενώσεων, όπως τα ιόντα, τα φωτοσυνθετικά προϊόντα, οι φυτικές ορμόνες και τα αλκαλοειδή μπορούν να επηρεαστούν από τα υποκείμενα ή από τον εμβολιασμό. Όπως είναι γνωστό ένας από τους σημαντικότερους λόγους του εμβολιασμού είναι η χρήση της ζωηρότητας του ριζικού συστήματος του υποκειμένου, έτσι τα εμβολιασμένα φυτά δείχνουν αυξημένη πρόσληψη νερού και ανόργανων στοιχείων σε σύγκριση με τα αυτορίζα φυτά με συνέπεια πιθανόν τη μείωση χρήσης λιπασμάτων και την διατήρηση της συγκέντρωσης τους σε χαμηλότερα επίπεδα (Lee and Oda, 2003).

Από την άλλη πλευρά ο εμβολιασμός απαιτεί χρόνο, χώρο, υλικά, εξειδικευμένη εργασία και προσωπικό. Το κόστος των εμβολιασμένων φυτών είναι συχνά από τους λόγους που οι παραγωγοί δεν τα επιλέγουν, αφού τα εμβολιασμένα σπορόφυτα κοστίζουν 3 ή 5 φορές περισσότερο από τα μη-εμβολιασμένα. Επιπλέον, τα εμβολιασμένα φυτά πριν μεταφυτευτούν απαιτούν ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης ώστε να ολοκληρωθεί με επιτυχία ο εμβολιασμός, με επούλωση της τομής, και να σκληραγωγηθούν (Leonardi and Romano, 2004).

Ακόμα, ένα πρόβλημα που αφορά κυρίως τα εργαστήρια παραγωγής των σπορόφυτων είναι η ελλιπή γνώση του χρόνου, της ομοιομορφίας και του ποσοστού βλάστησης των σπόρων κυρίως των

υποκειμένων που συχνά είναι συγγενικά άγρια είδη με το είδος του εμβολίου (Leonardi and Romano, 2004).

Παράλληλα προβλήματα δημιουργούνται λόγω έλλειψης λεπτομερών πληροφοριών που αφορούν στον βαθμό αντοχής/ανοχής του υποκειμένου στις διάφορες καταπονήσεις, γεγονός που δυσκολεύει την επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες του καλλιεργητή. Βέβαια, η έλλειψη αυτών των πληροφοριών οφείλεται στον μεγάλο αριθμό των διαθέσιμων υποκειμένων (Leonardi and Romano, 2004).

Επιπλέον, το ασυμβίβαστο μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα του καρπού, λόγω δηλητηρίασης από αλκαλοειδή και τοξίνες ασυμβίβαστου (Findlay, 2001; Lee and Oda, 2003). Τέλος, μπορεί να εμφανιστούν κάποιες φυσιολογικές ανωμαλίες στους καρπούς μετά από εμβολιασμό που οφείλονται στο υποκείμενο (Chung, 1995b; Lee and Oda, 2003).

1.2.3 Τεχνική του εμβολιασμού

Ο εμβολιασμός είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει: την επιλογή του είδους του υποκειμένου και του εμβολίου, τη δημιουργία μιας ένωσης εμβολιασμού με φυσικούς χειρισμούς, την επούλωση της ένωσης και τον εγκλιματισμό του σύνθετου φυτού.

Στις ποώδεις καλλιέργειες επειδή υποκείμενο και εμβόλιο είναι τρυφερά και ευαίσθητα, όποτε και ευάλωτα σε αδέξιες κινήσεις κατά τον εμβολιασμό, πολλές φορές καθίσταται ο εμβολιασμός αντιοικονομικός. Έτσι για να βελτιωθεί το ποσοστό επιβίωσης των εμβολιασμένων φυτών, πριν πραγματοποιηθεί ο εμβολιασμός θα πρέπει να εκτεθούν το εμβόλιο και το υποκείμενο σε ηλιακή ακτινοβολία για 2-3 ημέρες, να μειωθεί η άρδευση των φυτών για αποφυγή της ανάπτυξης λεπτών βλαστών και να σιγουρευτεί ότι οι μίσχοι του εμβολίου και του υποκειμένου θα έχουν παρόμοια διάμετρο (Oda et al., 1993).

Ο εμβολιασμός συνήθως πραγματοποιείται σε θερμοκήπιο όπου είναι εύκολο να ελεγχθούν οι συνθήκες του περιβάλλοντος. Κατά τον

εμβολιασμό επιβάλλεται η χρήση πολύ καλά ακονισμένων εργαλείων και οι εργασίες θα πρέπει να γίνονται σε θερμοκρασία 20-25°C και υψηλή σχετική υγρασία αέρα (περίπου 100%). Επιπλέον, θα πρέπει να μειωθεί η ακτινοβολία με σκίαση, περίπου κατά 60-70% σε σχέση με την εξωτερική ακτινοβολία, έτσι ώστε να ελέγχεται η αύξηση της θερμοκρασίας. Παρόλα αυτά υπερβολική σκίαση θα πρέπει να αποφεύγεται γιατί μπορεί να επηρεάσει τον ρυθμό αφομοίωσης και να παράγει αδύναμα σπορόφυτα (Leonardi and Romano, 2004).

Υποκείμενο και εμβόλιο σπέρνονται σε μικρά δοχεία ταυτόχρονα ή με διαφορά ημερών ανάλογα με το είδος. Βέβαια, τόσο το εμβόλιο όσο και το υποκείμενο θα πρέπει να είναι ομοιόμορφα και αρκετά υγιή για να αντεπεξέλθουν στην διαδικασία του εμβολιασμού. Όταν φτάσουν στο ανάλογο φυτικό στάδιο γίνεται ο εμβολιασμός και μετά από 15-20 ημέρες τα φυτά είναι έτοιμα να φυτευτούν στο θερμοκήπιο ή στην ύπαιθρο (Oda, 1999).

Ο χρόνος που απαιτείται για να ενωθούν τα φυτικά μέρη μέσω του εμβολιασμού εξαρτάται από το υποκείμενο, το στάδιο ανάπτυξης κ.ά. Επιπλέον, ένα πρόβλημα της διαδικασίας του εμβολιασμού είναι να γίνει αντιληπτή η χρονική στιγμή του η ένωση των φυτικών τμημάτων έχει πραγματοποιηθεί (Leonardi and Romano, 2004). Για αυτόν τον σκοπό, μη – καταστρεπτικές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί βασισμένες στη σχέση μεταξύ της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της υδραυλικής ένωσης του μίσχου, της μηχανικής αντίστασης κ.ά. (Yang et al., 1993; Turquois and Malone, 1996).

Οι μέθοδοι εμβολιασμοί ποικίλουν ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας που εμβολιάζεται, τις προτιμήσεις και την πείρα των παραγωγών, και του είδους των διαθέσιμων μηχανημάτων. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο για την επιλογή της μεθόδου παίζει ο χρόνος, το ποσοστό επιτυχίας, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν και η ζωηρότητα του υποκειμένου (Oda, 1999; Leonardi and Romano, 2004).

Όταν πραγματοποιείται ο εμβολιασμός είναι σημαντικό να αυξάνονται οι πιθανότητες για τα δεσμικά αγγεία του εμβολίου και του υποκειμένου να έρθουν σε επαφή (Oda et al., 1994) μεγιστοποιώντας τις

επιφάνειες τομής που θα συνδεθούν και πιέζοντας αυτές ώστε να ενωθούν καλύτερα (Oda, 1999).

Υπάρχουν πολλοί συμβατικοί μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν στον εμβολιασμό των ποωδών λαχανικών, τόσο από τους γεωργούς όσο και από τις εμπορικές εταιρίες παραγωγής εμβολιασμένων φυτών. Οι μέθοδοι αυτοί αναφέρονται παρακάτω (Lee and Oda, 2003):

1. Εμβολιασμός εγκοπής και εισαγωγής εμβολίου (Hole Insertion Grafting)

Κατά την εφαρμογή αυτής της μεθόδου σε φυτά τομάτας και μελιτζάνας, σπέρνονται οι σπόροι του υποκειμένου 5-10 ημέρες πριν τη σπορά των σπόρων του εμβολίου και ο εμβολιασμός γίνεται 20-25 ημέρες μετά τη σπορά του εμβολίου. Από τα νεαρά φυτά του υποκειμένου, τα οποία πρέπει να έχουν 2,5-3 πραγματικά φύλλα, αφαιρούνται 5-10mm της κορυφής τους, πάνω από το πρώτο γόνατο και εκεί δημιουργείται μια οπή, με μια μικρή κλίση. Το φυτό του εμβολίου, έχοντας αναπτύξει 2 πραγματικά φύλλα, κόβεται 10mm κάτω από το γόνατο των κοτυληδόνων και μετά την αφαίρεση αυτών, διαμορφώνεται ο βλαστός σε μορφή ακίδας. Μετά από την ένωση εμβολίου υποκειμένου, το νέο φυτό μεταφέρεται σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, μέσα σε ειδικούς δίσκους και τους παρέχονται οι κατάλληλες συνθήκες για ριζοβολία και επιπλέον ανάπτυξη. Οι καταλληλότερες συνθήκες για την ένωση του εμβολίου είναι η υψηλή σχετική υγρασία, η υψηλή θερμοκρασία και ο επαρκής φωτισμός.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί υψηλό επίπεδο ικανότητας από τον παραγωγό και συγκεκριμένες εγκαταστάσεις πραγματοποίησης της όλης διαδικασίας. Ωστόσο, είναι ευρέως διαδεδομένη, αφού δεν απαιτεί επιπλέον εργασία, πέρα από εκείνη κατά την ένωση του εμβολίου. Επίσης, παράγει υγιή φυτά, λόγω της ένωσης πολλών αγγείων μεταξύ εμβολίου και υποκειμένου. Εφαρμόζεται και για τον εμβολιασμό καρπουζιού πάνω σε κολοκύθι (Lee and Oda, 2003).

2. Εμβολιασμός προσέγγισης με γλωσσίδιο (*Tongue Approach Grafting*)

Είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται από τους λιγότερο έμπειρους παραγωγούς που δεν διαθέτουν θερμοκήπιο με καλό έλεγχο του μικροκλίματος. Παρόλο που απαιτεί μεγάλο χώρο και εργατικά χέρια παρουσιάζει πολύ μεγάλα ποσοστά επιτυχίας σε σχέση με τις άλλες μεθόδους.

Κατά τη μέθοδο αυτή, οι σπόροι του εμβολίου σπέρνονται 5-7 ημέρες πριν από τους σπόρους του υποκειμένου. Για την αποφυγή απώλειας θρεπτικών στοιχείων και για την αύξηση των πιθανοτήτων επιτυχίας του εμβολιασμού, αφαιρείται η κορυφή του υποκειμένου. Τόσο στο εμβόλιο όσο και στο υποκείμενο δημιουργούνται, στο μέσο περίπου του βλαστού, σχισμές, ώστε να μπορεί να εισχωρήσει η μία μέσα στην άλλη, σε τέτοιο βάθος, που να επιτρέπει την ένωση όσο γίνεται περισσότερων αγγείων. Μετά την ένωση των δύο φυτών, εφαρμόζεται ένα ειδικά σχεδιασμένο υλικό πρόσδεσης και τα φυτά μεταφυτεύονται σε φυτοδοχεία διαμέτρου 9-12cm.

Τα εμβολιασμένα φυτά σκιάζονται μερικώς για 1-2 ημέρες πριν τη μεταφορά τους στο θερμοκήπιο και σε συνθήκες ανάπτυξης. Για τον έλεγχο της επιτυχίας, 10-12 ημέρες μετά τον εμβολιασμό αφαιρείται η κατώτερη υποκοτύλη του εμβολίου, από κάποια φυτά, και ανάλογα με την αντίδραση αρχίζουν οι επόμενες ενέργειες. Αφαιρείται η ρίζα και η κατώτερη υποκοτύλη του εμβολίου, συνήθως κάτω από το σημείο πρόσδεσης. Το υλικό πρόσδεσης δεν αφαιρείται, παρά μόνο μετά τη μεταφύτευση των φυτών στην οριστική τους θέση. Αυτού του είδους ο εμβολιασμός μπορεί να γίνει με το χέρι ή με τη βοήθεια ειδικών μηχανών.

Η μέθοδος με εμβολιασμό προσέγγισης με γλωσσίδιο είναι η παλαιότερη και ίσως η καταλληλότερη για τα λαχανοκομικά είδη (Hong, 1710). Μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα φυτά, όπως είναι τα κολοκυνθοειδή, τα σολανοειδή κ.α. Παρόλη την ευκολία αυτής της μεθόδου, δε χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα, εξαιτίας του υψηλού κόστους διεξαγωγής, του μεγάλου χώρου που απαιτείται και της συχνής

ανάπτυξης της ρίζας του εμβολίου, όταν τα φυτά τοποθετούνται σε μεγάλο βάθος κατά τη μεταφύτευσή τους (Lee, 1994).

3. Εμβολιασμός συρραφής υποκειμένου και εμβολίου (Splice Grafting)

Είναι μια μέθοδος περισσότερο διαδεδομένη για την παραγωγή φυτών για εμπορικούς λόγους και απαιτεί πιο εξειδικευμένες γνώσεις. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι παράγονται απόλυτα υγιή φυτά, που μπορούν να αντέξουν όλους τους χειρισμούς μετά τον εμβολιασμό.

Σε αυτή τη μέθοδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο ακέραια όσο και κομμένα φυτά, ανάλογα με την προτίμηση του παραγωγού (Lee et al., 2000). Όσον αφορά στα υποκείμενα των κολοκυνθοειδών, αφαιρείται μια κοτυληδόνα και η κορυφή του φυτού. Οι βλαστοί του εμβολίου και του υποκειμένου κόβονται με κλίση και τοποθετούνται το πρώτο πάνω στο δεύτερο. Για τη σταθεροποίηση του εμβολίου εφαρμόζεται υλικό πρόσδεσης. Στα σολανοειδή, ο εμβολιασμός γίνεται στην κατώτερη επικοτύλη και το σημείο αυτό δένεται.

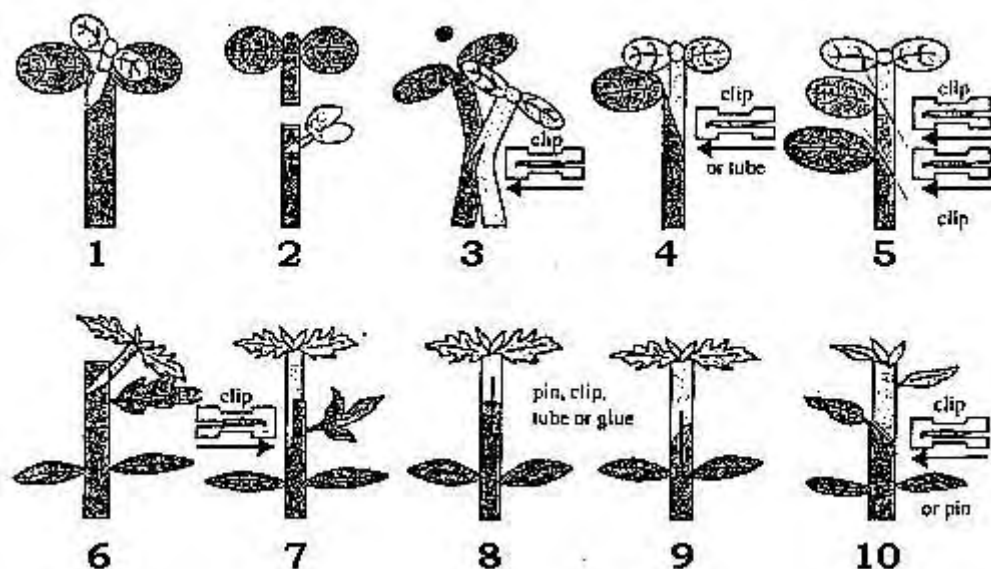
4. Εμβολιασμός με σχισμή (Cleft Grafting)

Κατά τον εμβολιασμό με σχισμή συνήθως κόβεται ένα κομμάτι βλαστού κατά το μήκος του, τόσο στο υποκείμενο όσο και στο εμβόλιο, με αντίθετη κατεύθυνση. Το κομμάτι αυτό έχει μήκος 1-1,5cm και το πάχος του αντιστοιχεί στα $\frac{3}{4}$ της διαμέτρου του βλαστού. Το εμβόλιο έχει 1-3 πραγματικά φύλλα. Μετά την ένωση των δύο φυτών, το σημείο του εμβολιασμού δένεται με τη βοήθεια ειδικών μέσων πρόσδεσης, διαφόρων σχημάτων και υλικών, ώστε να κρατάει στη σωστή θέση τα δυο φυτικά τμήματα που εμβολιάστηκαν (Lee and Oda, 2003).

5. Μέθοδος με βελόνα (Pin Grafting)

Αυτή η μέθοδος μοιάζει με τη μέθοδο εμβολιασμού Splice, όμως διαφέρει ως προς το υλικό που χρησιμοποιείται για την στήριξη και προστασία της περιοχής του εμβολίου μέχρι την πλήρη ένωση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κεραμικές βελόνες, μήκους 15mm και

διαμέτρου 0,5mm, οι οποίες μπορούν να παραμείνουν μέσα στο φυτό. Το κόστος αυτών των βελονών είναι υψηλό και γι' αυτό έχουν δοκιμαστεί βελόνες από μπαμπού, οι οποίες έδωσαν καλά αποτελέσματα (Lee and Oda, 2003).



Σχήμα 1: Διάφοροι μέθοδοι εμβολιασμού που συχνά χρησιμοποιούνται στα λαχανικά. **(1)** Εμβολιασμός εγκοπής και εισαγωγής εμβολίου, **(2)** Τροποποιημένος εμβολιασμός εγκοπής και εισαγωγής εμβολίου, **(3)** Εμβολιασμός προσέγγισης με γλωσσίδιο, **(4)** Εμβολιασμός Splice, **(5)** Διπλός Εμβολιασμός Splice **(6)** εμβολιασμός με εισαγωγή επικοτύλης, **(7)** Εμβολιασμός με σχισμή, **(8)** και **(9)** Εμβολιασμός με βελόνα, **(10)** Εμβολιασμός Splice για σολανοειδή λαχανικά. (Πηγή: Lee and Oda, 2003).

Ο σωστός εγκλιματισμός (acclimatization) είναι κρίσιμος παράγοντας για την επιβίωση των εμβολιασμένων φυτών. Ο εγκλιματισμός περιλαμβάνει την επούλωση της επιφάνειας τομής και της σκληραγώγησης για την επιβίωση στον αγρό (Oda, 1999). Ο εγκλιματισμός μπορεί να επιτευχθεί απλά με τον εγκλεισμό του υποκειμένου και του εμβολίου σε μια μαύρη πλαστική σακούλα (για την αποφυγή συγκέντρωσης θερμότητας) μέχρι να σχηματιστεί η ένωση (Denna, 1962). Στην πράξη συνήθως επιτυγχάνεται εγκλιματισμός με την χρήση των πλαστικών τούνελ, που παρέχουν σκίαση και διατηρούν την υγρασία. Σε πολλά εμπορικά εργαστήρια τα εμβολιασμένα φυτά συνήθως μέσα σε δίσκους 50-72 θέσεων τοποθετούνται στον πάγκο

θερμοκηπίου και οι δίσκοι σφραγίζονται με ένα μονόφυλλο ημιδιαπερατό υψηλής πυκνότητας φιλμ πολυαιθυλενίου, για να μειωθεί η απώλεια υγρασίας και παραμένουν σφραγισμένα για 5-7 ημέρες χωρίς πρόσθετη άρδευση. Κατά τον εγκλιματισμό συστήνεται να διατηρούνται τα επίπεδα του φωτός στα 3-5 Klux, οπότε μερικός σκιασμός μπορεί να χρειάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας για να αποφευχθεί υπερβολική συγκέντρωση θερμότητας (Oda, 1999).

Για την τομάτα, ένας συνδυασμός από υψηλή υγρασία και ασθενές φως, ελαφρώς υψηλότερο από το φως του σημείου αντιστάθμισης, προφυλάσσει από τον μαρασμό τα εμβόλια της τομάτας και προωθεί την επούλωση της τομής του εμβολιασμού. Φιλμ που μειώνουν τη θερμική ακτινοβολία σε τούνελ εγκλιματισμού μειώνουν την αύξηση της θερμοκρασίας των φύλλων και αυξάνουν το επιθυμητό εύρος της έντασης του φωτός για την επούλωση του εμβολιασμού (Nobuoaka et al., 1996). Κάτω από συνθήκες υψηλής έντασης φωτός και υψηλής υγρασίας η επούλωση της ένωσης επιταχύνεται από την κίνηση του αέρα (Nobuoaka, et al., 1997).

1.2.4 Φυσιολογία εμβολιασμού

Πολλές δημοσιεύσεις σχετικές με τον εμβολισμό ασχολούνται με τις φυσιολογικές πτυχές του, αφού ο εμβολιασμός προκαλεί σημαντικές αλλαγές σχεδόν σε όλα τις πτυχές της αύξησης και ανάπτυξης.

Η αλληλουχία των δομικών γεγονότων κατά την ένωση του εμβολιασμού στα συμβατά εμβόλια των ποωδών φυτών μελετήθηκε από τους Andrews and Marquez (1993). Βασικά, τα κατεστραμμένα κύτταρα της επιφάνειας της τομής του εμβολιασμού καταρρέουν και σχηματίζουν ένα νεκρωτικό στρώμα που εξαφανίζεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επούλωσης. Τα ζωντανά κύτταρα τόσο από το υποκείμενο όσο και από το εμβόλιο μετά επεκτείνονται στην νεκρωτική ζώνη. Ένας κάλος από συμπλεκτικά παρεγχυματικά κύτταρα σχηματίζονται με τη διαίρεση των κυττάρων και την ρήξη του νεκρωτικού στρώματος. Κατά την διάρκεια αυτών των γεγονότων η αντοχή του εμβολιασμού αυξάνει

εξαιτίας της φυσικής συνοχής μεταξύ του υποκειμένου και του εμβολίου. Καινούργιο αγγειακό κάμβιο διαφοροποιείται από τα παρεγχυματικά κύτταρα και δευτερογενές ξύλωμα και φλοιώμα παράγονται από ανασυγκροτημένο κάμβιο, που παρέχει μια αγγειακή σύνδεση μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου. Τέλεια ένωση είναι συχνά αδύνατη να πραγματοποιηθεί για αυτόν τον λόγο η έρευνα συνεχίζεται ώστε κάποια στιγμή να επιτευχθεί γρήγορη και τέλεια αγγειακή ένωση.

Γενικά, η συμβατότητα εμβολιασμού σχετίζεται με την ταξινομική συγγένεια, αλλά υπάρχουν και διαφορές. Η στενή βοτανική συγγένεια όμως δεν αρκεί για έναν επιτυχημένο εμβολιασμό. Πολλές φορές υπεισέρχονται παράγοντες βιοχημικής, ορμονικής και ενζυμικής φύσης, που είναι οι αιτίες διαφορετικής ανάπτυξης και συμπεριφοράς των εμβολιαζόμενων μερών, που δεν καταφέρνουν να συμβιώσουν, ακόμα κι αν έχουν στενή βοτανική συγγένεια παρεμποδίζεται η ανάπτυξη, περιορίζεται η παραγωγή, το σημείο εμβολιασμού δεν συγκολλάται καλά και σπάει.

Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όταν η συγγένεια μεταξύ του εμβολίου και του υποκειμένου είναι μικρή ο δείκτης συγγένειας, που αντιπροσωπεύει τον λόγο μεταξύ της διαμέτρου του εμβολίου και του υποκειμένου κοντά στο σημείο του εμβολιασμού, δεν έχει τιμή ίση με την μονάδα, αφού τότε ο ρυθμός αύξησης είναι διαφορετικός (Leonardi and Romano, 2004). Όσον αφορά στο παραπάνω, οι Oda et al. (2002) συσχέτισαν την πάχυνση του μίσχου του εμβολίου με τη μεταφορά των αφομοιωτικών προϊόντων από τα φύλλα στις ρίζες.

Το ασυμβίβαστο του εμβολιασμού, αναφέρεται από τους Andrews and Marquez (1993) ότι διαφοροποιείται από αποτυχία εμβολιασμού που συχνά είναι αποτέλεσμα περιβαλλοντικών παραγόντων ή έλλειψης ικανότητας του εμβολιαστή. Το ασυμβίβαστο του εμβολιασμού, κάτω από τις ιδανικές συνθήκες εμβολιασμού, ορίζεται ως αποτυχία σχηματισμού μιας ισχυρής ένωσης, αποτυχία των εμβολιασμένων φυτών να αναπτυχθούν με υγιή τρόπο ή ανώριμο θάνατο που ακολουθεί τον εμβολιασμό. Το φυσιολογικό ασυμβίβαστο μπορεί να προέρχεται από έλλειψη κυτταρικής αναγνώρισης, απουσία αντιδράσεων του

τραυματισμού, έλλειψη ρυθμιστών αύξησης ή ύπαρξη τοξινών ασυμβιβάστου.

1.2.5 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας

Πολλά πειράματα εμβολισμού έχουν πραγματοποιηθεί για την τομάτα. Θετικά αποτελέσματα είχαν οι εμβολιασμοί στο στραμόνιο (*Datura stramonium*) και τον καπνό (*Nicotiana tabacum*), αλλά παρατηρήθηκε συσσώρευση βλαβερών αλκαλοειδών και νικοτίνης αντίστοιχα στις τομάτες. Θετικά αποτελέσματα είχαν ακόμα δοκιμές εμβολιασμού της τομάτας στην πατάτα και στον στύφνο. Πάντως προτιμότερο είναι να εμβολιάζεται η τομάτα σε ποικιλίες F1, που είναι ανθεκτικές στους παθογόνους μύκητες και στους νηματώδεις.

Ως υποκείμενα στον εμβολιασμό την τομάτας παλαιότερα συχνά χρησιμοποιούνταν οι μελιτζάνες (Yamakawa, 1982), αλλά τώρα πια έχουν αναπτυχθεί πολλά άλλα υποκείμενα και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για διάφορους λόγους. Η μελιτζάνα δεν χρησιμοποιείται τόσο πολύ τώρα εκτός από κάποιες ειδικές περιπτώσεις.

Η χρήση εμβολιασμένων φυτών τομάτας πραγματοποιείται σε μακροχρόνιες καλλιέργειες, δηλαδή για συγκομιδή περισσότερων από 6 ταξικαρπιών ανά φυτό, κάτω από προστατευμένες κατασκευές. Τα εμβολιασμένα φυτά είναι κατάλληλα για καλλιέργεια σε υδροπονικά συστήματα, με τη χρήση θρεπτικών διαλυμάτων, για την καλύτερη εκμετάλλευση του ζωηρού συστήματος στην υποστήριξη της αύξησης του εμβολίου και για την εγγύηση της σταθερής συγκομιδής καρπών για μια μεγάλη περίοδο (Lee and Oda, 2003).

Όμως, εξαιτίας των δυσκολιών του εμβολιασμού λόγω κυρίως του μικρού μεγέθους των σποροφύτων τομάτας, όταν αυτά είναι κατάλληλα για εμβολιασμό, και των απαιτήσεων για περιποιήσεις μετά τον εμβολιασμό, καθυστέρησε η διάδοσή του. Τελευταία με την εισαγωγή διαφόρων μεθόδων και τεχνικών εμβολιασμού, κατάλληλων εργαλείων εμβολιασμού και εγκαταστάσεων ειδικών για τις μεταχειρίσεις μετά τον

εμβολιασμό κάνουν πιθανό να παράγονται υψηλής ποιότητας εμβολιασμένα φυτά τομάτας (Lee et al., 1999; Lee and Oda, 2003).

Για τον εμβολιασμό της τομάτας έχουν δοκιμαστεί σχεδόν όλοι οι μέθοδοι, μέχρι τελευταία ο εμβολιασμός προσέγγισης με γλωσσίδιο είχε χρησιμοποιηθεί εκτενώς αλλά τώρα πια θεωρείται καταλληλότερος ο Splice εμβολιασμός. Ο Splice εμβολιασμός τώρα ευρέως χρησιμοποιείται από τους εμπορικούς καλλιεργητές σποροφύτων και τους έμπειρους αγρότες. Η λειτουργία του εμβολιασμού είναι απλή και γρήγορη, και η ένωση του εμβολίου είναι αρκετά ισχυρή για να αντέξει τον σκληρό χειρισμό κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και της μεταφύτευσης. Τα συνηθισμένα clips εμβολιασμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να φέρουν τα δυο φυτικά μέρη του εμβολιασμού κοντά. Εντούτοις, έχουν αναπτυχθεί αποδοτικότεροι βοηθοί εμβολιασμού - όπως οι κεραμικές καρφίτσες, τα λαστικένιοι clips και οι πλαστικοί σωλήνες - που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για τον εμβολιασμό τόσο με το χέρι όσο και με μηχανές (Lee and Oda, 2003).

Μια ακόμη μέθοδος που θεωρείται κατάλληλη για την τομάτα είναι και ο εμβολιασμός με σχισμή (cleft grafting). Κατά τον οποίο για την τομάτα οι σπόροι του υποκειμένου σπέρνονται 5-7 ημέρες πριν από τους σπόρους του εμβολίου. Στην συνέχεια τα σπορόφυτα τόσο του υποκειμένου όσο και του εμβολίου μεταφυτεύονται και παραμένουν στις γλάστρες τους για 22-28 ημέρες, μέχρι περίπου να αποκτήσουν 4-5 πραγματικά φύλλα. Αφού έχουν πια φτάσει στο κατάλληλο στάδιο εμβολιάζονται και το σημείο του εμβολιασμού ασφαρίζεται με clip, που αφαιρείται μετά από 7-10 ημέρες. Τέλος, όταν τα εμβολιασμένα φυτά σκληραγωγηθούν φυτεύονται σε θερμοκήπιο ή στην ύπαιθρο (Oda, 1999).

1.2.6 Μελλοντικές προοπτικές εμβολιασμού

Ο αριθμός των δημοσιεύσεων που αφορούν στην τεχνική του εμβολιασμού, 200 άρθρα τα τελευταία 10 έτη κατά το CAB International- Horticultural Abstracts, υποδηλώνει το ενδιαφέρον των ερευνητών για την ευρύτερη χρήση της μεθόδου στην σημερινή παγκόσμια γεωργία. Αν και η σχετικότητα των διαθέσιμων πληροφοριών, που μπορούν να απαντηθούν στην βιβλιογραφία, περιορίζει την τεχνογνωσία που μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμη αφού οι συνθήκες και η προσέγγιση στην μελέτη του εμβολιασμού των λαχανικών δεν είναι πάντοτε συγκρίσιμες.

Οπότε, από τα παραπάνω, φαίνεται να είναι ενδεδειγμένο να καθοριστεί ένα γενικό πειραματικό πρωτόκολλο που θα αφορά:

1. τον ορισμό του βαθμού αντοχής/ανοχής των διαθέσιμων υποκειμένων, ειδικά κάτω από κλιματικές και καλλιεργητικές συνθήκες στις οποίες αυτά θα χρησιμοποιηθούν,
2. την πραγματοποίηση πειραμάτων χωρίς την ύπαρξη καταπονήσεων με σκοπό να υπολογιστεί ο βαθμός συγγένειας μεταξύ εμβολίου και υποκειμένου, και
3. την αξιολόγηση των καταλληλότερων συνδυασμών εμβολίου και υποκειμένου για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων συνθηκών καταπόνησης (Leonardi and Romano, 2004).

Αν και ο εμβολιασμός κατά περιόδους φαίνεται να είναι μια μυστηριώδης χειρουργική διαδικασία προσιτή μόνο σε υψηλά εξειδικευμένους επιστήμονες και που δεν είναι πάντοτε εφικτή για παραδοσιακά εργαστήρια, μόνο βασικές οδηγίες ζωτικής σημασίας απαιτούνται για τους περισσότερους ανθρώπους για να μάθουν τον επιτυχημένο εμβολιασμό (Rivero et al., 2003). Βέβαια, ακόμα και όταν τα εργαστήρια είναι εξειδικευμένα δεν μπορούν πάντοτε να πληρούνται όλες οι προϋποθέσεις ώστε να παράγονται σπορόφυτα καλής ποιότητας, ειδικά όταν τα εμβολιασμένα φυτά αντιπροσωπεύουν ένα μικρό ποσοστό από την παραγωγή τους (Leonardi and Romano, 2004).

Θα πρέπει να δοθεί έμφαση ότι σήμερα ο εμβολιασμός πραγματοποιείται με τα χέρια στις περισσότερες χώρες. Ακόμα, το

κόστος των αυτόματων δωματίων για έλεγχο των συνθηκών φωτός, θερμοκρασίας και υγρασίας, συν το κόστος των σπόρων που επιλέγονται συνεπάγεται μια ουσιαστική οικονομική δαπάνη. Σήμερα πια η εκμηχάνιση του εμβολιασμού και του εγκλιματισμού όλο και επεκτείνεται, και έχουν καταστήσει τις καλλιέργειες με εμβολιασμένα φυτά πολύ δημοφιλείς παγκοσμίως. Η τάση αυτή θα συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας ανταγωνιστικής αειφορικής γεωργίας με παραγωγή λαχανικών με λίγες εισροές (Oda, 1999).

Εξαιτίας του κόστους που έχει ο εμβολιασμός η χρήση ανώτερης τεχνολογίας γίνεται περισσότερο ελκυστική αφού η αυτοματοποίηση θα μπορούσε να αυξήσει την παραγωγή κατά 150% (Rivero et al., 2003). Έχουν ήδη αναπτυχθεί ρομπότ εμβολιασμού, που είναι 10 φορές γρηγορότερα από τον συμβατικό εμβολιασμό με το χέρι. Ακόμα η διαδικασία της επούλωσης έχει αυτοματοποιηθεί, τοποθετώντας τα εμβολιασμένα φυτά σε ειδικούς χώρους στους οποίους το περιβάλλον ελέγχεται τεχνητά, με αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού επιβίωσής τους (Oda, 1999).

Παράλληλα με την βελτίωση της διαδικασίας, θα πρέπει να καθοριστούν τουλάχιστον από τις αναπτυγμένες χώρες κανονισμοί για την εμπορία και προώθηση των εμβολιασμένων σπορόφυτων. Αλλά και θα ήταν πολύ χρήσιμο η δημιουργία μιας τράπεζας δεδομένων που να παρέχει πληροφορίες για την γενετική σύσταση των διαθέσιμων υποκειμένων για την σωστή επιλογή του εμβολιασμένου σπορόφυτου ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις (Leonardi and Romano, 2004).

Τελικά, ο εμβολιασμός είναι ένας ισχυρός τρόπος για την αντιμετώπιση κάποιων συνθηκών καταπόνησης, όπως τα παθογόνα εδάφους κ.ά., αλλά μέσα σε κάποια όρια. Ο βαθμός της ανθεκτικότητας είναι πολλές φορές μικρός ειδικά όταν τα φυτά αναπτύσσονται κάτω από πολλαπλές συνθήκες καταπόνησης. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο εμβολιασμός των λαχανικών θα πρέπει να συνδυαστεί και με άλλες τεχνικές, όπως η ηλιοαπολύμανση, η βιοαπολύμανση, η καλλιέργεια σε υποστρώματα κ.ά., ώστε να υπάρχουν πιο ολοκληρωμένα αποτελέσματα (Ioannou, 2001; Leonardi and Romano, 2004).

1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Από την υπάρχουσα βιβλιογραφία προκύπτει ότι το υποκείμενο στο οποίο εμβολιάζονται τα φυτά τομάτας επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών, την πρωιμότητα, την απόδοση καθώς και την ποιότητα των παραγόμενων καρπών. Σήμερα, χρησιμοποιούνται στη χώρα μας ορισμένα υποκείμενα για τον εμβολιασμό φυτών τομάτας, τα οποία απαιτείται να αξιολογηθούν.

Το αντικείμενο της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας είναι η αξιολόγηση της επίδρασης του εμβολιασμού στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγή της καλλιέργειας τομάτας, τόσο σε συνθήκες θερμοκηπίου όσο και υπαίθρου, με σκοπό να διερευνηθούν τα πλεονεκτήματα της χρήσης του εμβολιασμού σε φυτά τομάτας.

Τα χαρακτηριστικά που ελέχθησαν ήταν η πρωιμότητα, η παραγωγικότητα, η βλαστική συμπεριφορά των φυτών καθώς και κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά (pH, λυκοπίνιο, οξύτητα, BRIX, ανόργανα στοιχεία). Οι μετρήσεις έγιναν σε φυτά τομάτας εμβολιασμένα πάνω σε δυο διαφορετικά υποκείμενα και εμβολιασμένα στον εαυτό τους και συγκρίθηκαν με την αυτόριζη ποικιλία.

Ορισμένα από αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν μελετηθεί και από άλλους ερευνητές (Τσουβαλιζής κ.ά., 2003; Romano et al., 2001), γεγονός που επιτρέπει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων και τη διεξαγωγή συμπερασμάτων, που αφορούν στην καλλιέργεια της τομάτας.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα πειράματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, όσον αφορά στην καλλιέργεια των εμβολιασμένων φυτών τομάτας στο θερμοκήπιο και στην ύπαιθρο, πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις του αγροκτήματος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Επιπλέον κάποιες εργαστηριακές αναλύσεις και μετρήσεις, όπως η ποιοτική ανάλυση καρπών, η μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας των φυτών, του ξηρού και νωπού βάρους, πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα εργαστήρια της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο, στο εργαστήριο του Τμήματος Ποιοτικού ελέγχου του Περιφερειακού Κέντρου Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας και στο Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (Ι.Χ.Τ.Ε.Λ.).

2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Τα φυτά τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα, τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο, ήταν μια προσφορά της εταιρείας *PLANTAS A.E.*, η οποία εδρεύει στην περιοχή της Θήβας. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν υβρίδια F1 τομάτας της ποικιλίας BIG RED σε τέσσερις δυνατούς συνδυασμούς: αυτόριζα (μάρτυρας), εμβολιασμένα πάνω σε υποκείμενα των ποικιλιών τομάτας HEMAN και PRIMAVERA και εμβολιασμένα πάνω σε φυτά τομάτας της ίδιας ποικιλίας BIG RED. Τα τρία υβρίδια τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν και οι εμβολιασμοί που πραγματοποιήθηκαν φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα και ο τρόπος συμβολισμού τους

Αυτόριζη - μη εμβολιασμένη	
BIG RED	B
Εμβολιασμοί (Εμβόλιο x Υποκείμενο)	
BIG RED x HEMAN	BH
BIG RED x BIG RED	BB
BIG RED x PRIMAVERA	BP

Τα χαρακτηριστικά του φυτικού υλικού είναι:

- BIG RED:(F1, 2004) Πρώιμο υβρίδιο χαμηλής αυτοκλαδευόμενης τομάτας με μέτριο φύλλωμα. Καρποί πολύ μεγάλοι με καλό χρώμα. Ανθεκτική σε βερτισίλιο, φουζάριο, αλτερνάρια και φαιά κασπάνωση. Κατάλληλο για καλλιέργεια υπαίθρου.
- HEMAN: (F1) Υβρίδιο πολύ ανθεκτικό στις ασθένειες εδάφους.
- PRIMAVERA: (F1) Υβρίδιο πολύ ανθεκτικό στη βερτισιλλίωση, στη φουζαρίωση και στους νηματώδεις.

Ο εμβολιασμός πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο εμβολιασμού *Splice*, με συρραφή υποκειμένου και εμβολίου. Συγκεκριμένα, η σπορά του εμβολίου προηγήθηκε εκείνης των υποκειμένων κατά 5 ημέρες και ο εμβολιασμός πραγματοποιήθηκε 30 ημέρες μετά τη σπορά των υποκειμένων. Η έναρξη της διαδικασίας του εμβολιασμού έγινε όταν το εμβόλιο είχε αναπτύξει 2 πραγματικά φύλλα και τα υποκείμενα 2,5-3. Σε αυτό το στάδιο δημιουργήθηκε μια τομή γωνίας 30-35° στο υποκείμενο, «αποκεφαλίζοντάς» το και μια αντίστοιχη στο εμβόλιο, αφαιρώντας όλο το βλαστό. Στη συνέχεια, ενώθηκαν τα δύο μέρη (το τμήμα του υποκειμένου με τη ρίζα και το τμήμα του εμβολίου με την κορυφή) και το σημείο επαφής τους ασφαλίστηκε με ένα clip σιλικόνης.

Μετά το τέλος της διαδικασίας της ένωσης των δύο τμημάτων, τα εμβολιασμένα πλέον φυτά διατηρήθηκαν για 7 ημέρες σε ελεγχόμενες συνθήκες, σχετικής υγρασίας 90-95%, θερμοκρασίας 24-26°C και σκίασης 45%. Κατόπιν, τα φυτά μεταφέρθηκαν στο θερμοκήπιο, όπου και παρέμειναν μέχρι την ημερομηνία μεταφοράς τους στο χώρο, όπου εξελίχθηκαν τα πειράματα.

Τα φυτά τομάτας, που προορίζονταν για την καλλιέργεια μέσα στο θερμοκήπιο, στις 6/2/2004 μεταφέρθηκαν στο αγρόκτημα μέσα σε κυψελίδες πολυεστέρα. Στις επόμενες ημέρες πραγματοποιήθηκε η μεταφύτευσή τους σε γλαστράκια το κάθε φυτό μόνο του αποφεύγοντας τις καταστροφές του φυτικού κεφαλαίου. Μετά τη μεταφύτευση εφαρμόστηκε ριζοπότισμα με θρεπτικό διάλυμα για να μειωθεί η μεταφυτευτική καταπόνηση στα νεαρά φυτά. Βέβαια για την διατήρηση του φυτικού υλικού σε καλή κατάσταση, κατά τη διάρκεια της

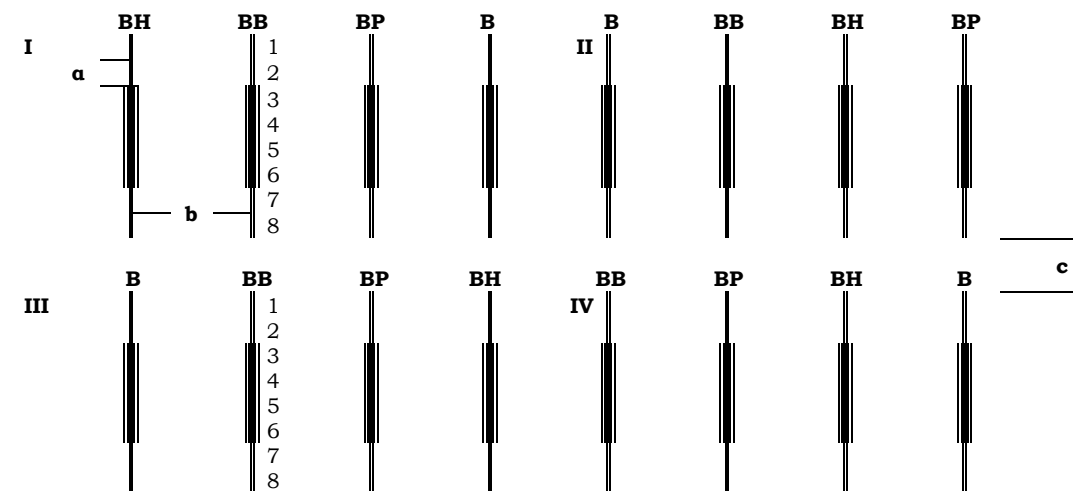
παραμονής τους στο θερμοκήπιο και πριν την μεταφύτευσή τους, δέχθηκαν κάποιες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως άρδευση κάθε δυο ημέρες. Στη συνέχεια, τα γλαστράκια τοποθετήθηκαν πάνω σε υπερυψωμένους πάγκους θερμαινόμενου γυάλινου θερμοκηπίου, με την αναγκαία προσοχή ώστε να μην ανακατευτούν τα φυτά με τους διαφορετικούς εμβολιασμούς.

Από την άλλη πλευρά, τα φυτά τομάτας που προορίζονταν για την καλλιέργεια στην ύπαιθρο μεταφέρθηκαν στο αγρόκτημα μέσα σε κυψελίδες πολυεστέρα στις 7/5/2004 και μεταφυτεύτηκαν απ' ευθείας στις τελικές τους θέσεις στον πειραματικό αγρό.

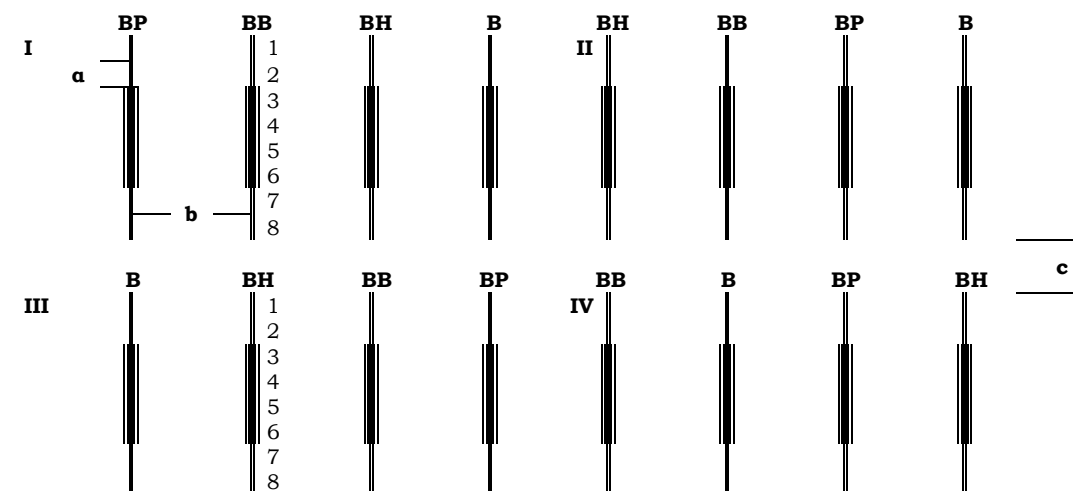
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ

2.2.1 Πειραματικό σχέδιο

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν των «Τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων» (Randomized complete blocks) που περιελάμβανε ως επεμβάσεις το είδος εμβολιασμού και ως μάρτυρα το αυτόριζο φυτό τομάτας BIG RED. Εφαρμόστηκαν 4 επαναλήψεις (I, II, III και IV) όπως φαίνονται στα παρακάτω. Για κάθε σειρά του πειραματικού σχεδίου υπήρχαν 8 φυτά, έτσι ώστε χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 128 φυτά. Οι διάφορες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μόνο στα 4 κεντρικά φυτά κάθε σειράς, ώστε να μειωθεί το πειραματικό σφάλμα, αν και σε όλα τα φυτά εφαρμόστηκαν οι ίδιοι χειρισμοί ώστε να αναπτυχθούν ομοιόμορφα. Αυτό πραγματοποιήθηκε ώστε να αποφευχθούν οι επιδράσεις από τις γειτονικές ομάδες. Οι αποστάσεις των φυτών επί της γραμμής ήταν 0,6m ενώ μεταξύ των γραμμών ήταν 1m. Τα πειραματικά σχέδια του θερμοκηπίου (Σχήμα 2) και της υπαίθρου (Σχήμα 3) που εφαρμόστηκαν παρουσιάζονται παρακάτω.



Σχήμα 2: Πειραματικό σχέδιο καλλιέργειας θερμοκηπίου
Όπου $a=0,6\text{ m}$, $b=1\text{ m}$, $c=1,2\text{ m}$ και I, II, III, IV οι επαναλήψεις



Σχήμα 3: Πειραματικό σχέδιο καλλιέργειας υπαίθρου
Όπου $a=0,6\text{ m}$, $b=1\text{ m}$, $c=1,2\text{ m}$ και I, II, III, IV οι επαναλήψεις

2.2.2 Προετοιμασία πειραματικών τεμαχίων

Πριν πραγματοποιηθεί η μεταφύτευση των φυτών στις τελικές τους θέσεις τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο τα τεμάχια προετοιμάστηκαν με άροση και φρεζάρισμα, ώστε να είναι φιλοχωματισμένα. Στη συνέχεια χαράχθηκε ο πειραματικός αγρός, και τοποθετήθηκε το σύστημα άρδευσης και θέρμανσης ενώ ανοίχτηκαν οι θέσεις για τη μεταφύτευση των φυτών.

Η μεταφύτευση στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε στις 4/3/2004, όταν τα φυτά βρίσκονταν στο κατάλληλο στάδιο μεταφύτευσης των 6-8 πραγματικών φύλλων. Η μεταφύτευση στην ύπαιθρο πραγματοποιήθηκε στις 13/5/2004, δηλαδή πολύ αργότερα

από τη μεταφύτευση στο θερμοκήπιο. Αυτό ήταν αναγκαίο από τη μια πλευρά, γιατί την περίοδο αυτή επικρατούσαν καλύτερες συνθήκες για τα φυτά από άποψη κλίματος σε σχέση με αυτές που επικρατούσαν τους προηγούμενους μήνες.

Κατά τη μεταφύτευση ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε ώστε το σημείο εμβολιασμού να είναι λίγο πάνω από το έδαφος, για να αποφευχθεί τυχόν ανεπιθύμητη έκπτυξη ριζών από το εμβόλιο. Ακόμα, για την μεταφύτευση επιλέχθηκαν τα πιο κατάλληλα φυτά με σκοπό να ελαχιστοποιηθεί η μετέπειτα κακή εξέλιξη των φυτών.

2.2.3 Θερμοκήπιο

Το θερμοκήπιο που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή των πειραμάτων ήταν τροποποιημένο τοξωτό και η καλλιέργεια τομάτας πραγματοποιήθηκε στο έδαφος. Το θερμοκήπιο (10m x 30m) ήταν προσανατολισμένο 36° δεξιόστροφα από τη διεύθυνση Βορράς-Νότος. Οι πλευρές και οι μετώπες του ήταν καλυμμένες με απλό γυαλί, ενώ η οροφή του με διπλό φουσκωτό φύλλο πολυαιθυλενίου.

Η χρήση συστημάτων θέρμανσης, δροσισμού και αερισμού στο γυάλινο θερμοκήπιο κρίθηκε απαραίτητη για την καλλιέργεια. Η θέρμανση των φυτών στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε με πλαστικούς σωλήνες που βρίσκονταν στο έδαφος ανάμεσα στις γραμμές κοντά στις ρίζες των φυτών, στους οποίους διοχετεύονταν ζεστό νερό. Το σύστημα θέρμανσης στο θερμοκήπιο εγκαταστάθηκε και λειτούργησε με την μεταφύτευση των φυτών.

Ο αερισμός του θερμοκηπίου γινόταν με πλαϊνά παράθυρα τα οποία άνοιγαν όταν η θερμοκρασία ξεπερνούσε τους 23°C.

Το σύστημα δροσισμού τέθηκε σε λειτουργία αργότερα στις 24/6/2004, όταν οι θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο ήταν μεγαλύτερες από 30°C. Για το δροσισμό του θερμοκηπίου χρησιμοποιήθηκε το σύστημα της υγρής παρειάς.

2.2.4 Άρδευση

Τα φυτά τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην υπαίθρο αρδεύονταν με σύστημα στάγδην άρδευσης. Οι αποστάσεις μεταξύ των σταλακτών ήταν στα 0,6 m η ίδια απόσταση που αντιπροσώπευε και εκείνη μεταξύ των φυτών επί της ίδιας γραμμής. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν πλαστικοί σωλήνες διαμέτρου 32 mm (Φ32) για τον κεντρικό αγωγό και 20mm (Φ20) για τους επιμέρους αγωγούς. Οι επιμέρους αγωγοί τοποθετήθηκαν παράλληλα σε κάθε σειρά ενώ σε κάθε ρίζα βρισκόταν ένας σταλάκτης παροχής 4 lt/h νερού. Η άρδευση πραγματοποιούνταν κάθε 2 ημέρες και όταν η ηλιακή ακτινοβολία ήταν έντονη σχεδόν κάθε μέρα.

2.2.5 Λίπανση

Στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια δεν πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση, αλλά κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος εφαρμόστηκε υδρολίπανση. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν για τα 100m² που κάλυπτε η καλλιέργεια τομάτας υδατοδιαλυτές μορφές λιπασμάτων - συγκεκριμένα υγρές μορφές νιτρικής αμμωνίας, νιτρικού καλίου και πεντοξειδίου του φωσφόρου - σε συνολικές ποσότητες 1, 1,5 και 2,5 kg αντίστοιχα. Η δεξαμενή που χρησιμοποιήθηκε για την υδρολίπανση, αλλά και την άρδευση της καλλιέργειας, είχε χωρητικότητα 4 τόνους. Η συχνότητα της λίπανσης ήταν μία φορά την εβδομάδα. Τέλος, προστέθηκε μαγνήσιο όταν εμφανίστηκε έλλειψη του.

Στην υπαίθρια καλλιέργεια της τομάτας εφαρμόστηκε μόνο βασική λίπανση (15-15-15), σε ποσότητα 10 kg/στρ.

2.2.6 Καταπολέμηση εκθρών, ασθενειών και ζιζανίων

Στην καλλιέργεια στο θερμοκήπιο περίπου 10 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών πραγματοποιήθηκαν δυο προληπτικά και προστατευτικά ριζοποτίσματα με τα σκευάσματα Previcur SL (propamocarb hydrochloride 72,2 %) και Vydate SL (oxamyl 24%) στις

συνιστώμενες δόσεις, οπότε και εφαρμόστηκαν 300 ml διαλύματος ανά φυτό. Το πρώτο είναι διασυστηματικό μυκητοκτόνο ειδικό για φυκομύκητες εδάφους, με θεραπευτική και προστατευτική δράση, και το δεύτερο είναι διασυστηματικό καρβαμιδικό εντομοκτόνο με νηματοδοκτόνους ιδιότητες.

Όταν αργότερα, παρατηρήθηκαν εντομολογικές προσβολές (24/5/2004) εφαρμόστηκε ψεκασμός με Cypermethrin (cypermethrin 10%) στη συνιστώμενη δόση, ένα πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο επαφής και στομάχου για την καταπολέμηση μασσητικών και μυζητικών εντόμων φυλλώματος. Τέλος, στις 11/6/2004 πραγματοποιήθηκε ψεκασμός στο φύλλωμα των φυτών στο θερμοκήπιο με μίγμα διαλύματος Vendex (fenbutatin-oxide 55%), Confidor 200 SL (imidacloprid 20%) και Laser (spinosad 48%) στις συνιστώμενες δόσεις. Το πρώτο είναι ακαρεοκτόνο με δράση επαφής, το δεύτερο είναι εντομοκτόνο που καταπολεμά αλευρώδεις και αφίδες και το τελευταίο, που είναι φυσικής προέλευσης εντομοκτόνο, καταπολεμά έντομα φυλλώματος και δρα δια επαφής και στομάχου.

Στην υπαίθρια καλλιέργεια παρατηρήθηκε προσβολή από τις ασθένειες Stolbur και γιγαντοφθαλμία (Big bud) της τομάτας, κατά τον Ιούνιο, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής της καλλιέργειας, χωρίς όμως να χρησιμοποιηθεί κάποιο σκεύασμα για την αντιμετώπιση τους.

Η ζιζανιοκτονία γίνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα με το χέρι, χωρίς την εφαρμογή χημικών σκευασμάτων, αφού δεν παρατηρήθηκαν σοβαρά προβλήματα, που να απαιτούσαν την επέμβαση με ζιζανιοκτόνα.

2.2.7 Υποστύλωση και κλάδεμα

Κατά τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκε και η υποστύλωσή τους, με σκοπό την καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου και τη δημιουργία καλύτερου μικροπεριβάλλοντος γύρω από τα φυτά. Με το σύστημα υποστύλωσης

που εφαρμόστηκε στο θερμοκήπιο τα φυτά αναπτύχθηκαν προς τα πάνω περιελίσσοντας το κεντρικό στέλεχος τους γύρω από έναν σπάγκο. Το κάτω άκρο του σπάγκου δέθηκε κατ' ευθείαν στο βλαστό με μια αρκετά χαλαρή θηλιά, ώστε να μην προκληθεί σύσφιξη καθώς μεγάλωνε η διάμετρος του βλαστού. Πάνω και παράλληλα με κάθε σειρά φυτών υπήρχε τοποθετημένο ένα σύρμα, στο ύψος των υδροροών του θερμοκηπίου, πάνω στο οποίο δέθηκαν οι επάνω άκρες των σπάγκων ώστε να είναι χαλαροί και να περιελίσσεται το νέο τμήμα των βλαστών που αναπτύσσονταν και χρειαζόταν υποστήριξη.

Στην υπαίθρια καλλιέργεια η υποστύλωση πραγματοποιήθηκε τις 14/7/2004, δηλαδή 62 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (DAT), αφού τα φυτά μεταφυτεύτηκαν σε πολύ μικρό στάδιο. Η υποστύλωση έγινε με καλάμια μήκους περίπου 2m που τοποθετήθηκαν κατακόρυφα στο έδαφος και δίπλα στο κάθε φυτό και οι κεντρικοί βλαστοί των φυτών δέθηκαν επί των στηριγμάτων με σπάγκο μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάπτυξή τους.

2.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.3.1 Ανάπτυξη

Η ανάπτυξη των φυτών εκτιμήθηκε με την καταγραφή του ύψους των φυτών, μετρώντας την απόσταση του υψηλότερου σημείου του φυτού από την επιφάνεια του εδάφους για τα τέσσερα κεντρικά φυτά μόνο κάθε γραμμής, όπως εξηγήθηκε στο εδάφιο 2.2.1. Για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο το ύψος μετρήθηκε από την 8 DAT (12/3/2004) ως την 96 DAT (8/6/2004), ενώ για την καλλιέργεια στην υπαίθρο από την 34 DAT (1/7/2004) ως την 130 DAT (22/9/2004).

Επίσης, η ανάπτυξη των φυτών εκτιμήθηκε με την καταγραφή του χρόνου άνθησης των 5 αρχικών ταξιανθιών στα κεντρικά φυτά κάθε γραμμής, όπως εξηγήθηκε στο εδάφιο 2.2.1. Συγκεκριμένα περίπου μια φορά την εβδομάδα και ενώ γινόταν η μέτρηση του ύψους, λαμβάνονταν παρατηρήσεις για τον αριθμό των ανθέων που εμφανίζονταν σε κάθε ταξιανθία και τον αριθμό που γινόταν καρποί. Θα πρέπει να σημειωθεί

ότι καταβάλλονταν κάθε προσπάθεια ώστε τα άνθη να βρίσκονται στο ίδιο στάδιο, κατά την πλήρη άνθηση.

2.3.2 Συγκομιδή - Παραγωγή

Η συγκομιδή καρπών στο θερμοκήπιο ξεκίνησε στις 75 DAT (18/5/2004) και πραγματοποιήθηκαν 16 συγκομιδές ως την 192 DAT (12/9/2004). Στην ύπαιθρο, η συγκομιδή άρχισε αργότερα την 68 DAT (20/7/2004) και τελείωσε την 130 DAT (22/9/2004) με μόνο 8 συγκομιδές.

Το κριτήριο για τη συγκομιδή των καρπών ήταν το χρώμα του καρπού. Για να γίνει η συγκομιδή έπρεπε οι καρποί να βρίσκονταν στο στάδιο του κόκκινου χρώματος. Η συγκομιδή πραγματοποιούνταν με το χέρι με τη βοήθεια του κλαδευτικού ψαλιδιού ενώ οι καρποί αποχωρίζονταν από το φυτό με τον κάλυκά τους και μέρος του ποδίσκου.

Μετά από κάθε συγκομιδή οι καρποί μόνο των κεντρικών φυτών κάθε γραμμής για κάθε επανάληψη, καταμετρούνταν και ζυγίζονταν ξεχωριστά σε ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας.

2.3.3 Νωπό βάρος, ξηρό βάρος και φυλλική επιφάνεια

Για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο στις 107 DAT (28/6/2004) έγινε συγκομιδή 16 φυτών, δηλαδή ενός φυτού από κάθε μεταχείριση και για κάθε επανάληψη. Επίσης, η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την καλλιέργεια στην ύπαιθρο 121 DAT (10/9/2004). Προτιμήθηκε να συγκομιστούν τα φυτά στα οποία δεν πραγματοποιούνταν οι μετρήσεις για την ανάπτυξη και την παραγωγή, αλλά προσέχοντας να είναι και αντιπροσωπευτικά.

Αρχικά, μετρήθηκε το ύψος κάθε φυτού, το ολικό νωπό βάρος και αφού χωρίστηκε στα διάφορα τμήματά του - βλαστοί, φύλλα, ταξιανθίες, ώριμοι και ανώριμοι καρποί – μετρήθηκε το νωπό βάρος τους.

Μετά τη συγκομιδή τα φύλλα μπήκαν στο ψυγείο για να μην μαραθούν και τις επόμενες ημέρες, την 29/6/2004 και την 14/9/2004

για αυτά του θερμοκηπίου και της υπαίθρου αντίστοιχα, μετρήθηκε η συνολική φυλλική επιφάνειά τους με τη χρήση φορητής συσκευής μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας [Portable Area Meter LI3000A (LICOR)].

Στη συνέχεια πάρθηκε δείγμα με ζυγαριά ακριβείας κάθε φυτικού μέρους, ώστε να πραγματοποιηθεί μέτρηση του ξηρού βάρους. Τα διάφορα φυτικά τμήματα τεμαχίστηκαν σε μικρότερα κομμάτια για την πιο εύκολη αποξήρανσή τους στο ξηραντήριο. Μετά τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν σε κλίβανο στους 85°C για 48 ώρες για την αποξήρανσή τους. Μετά την ξήρανση τους, οι ιστοί ζυγίστηκαν σε ζυγαριά ακριβείας. Οι μετρήσεις του ξηρού βάρους πραγματοποιήθηκαν για τα φυτά του θερμοκηπίου από 12/7/2004 ως 3/8/2004 και για τα φυτά της υπαίθρου από 23/12/2004 ως 27/1/2005. Τελικά στο ξηρό βάρος του δείγματος έγινε αναγωγή στο συνολικό φυτικό μέρος. Η διαφορά νωπού και ξηρού βάρους αποτελεί την περιεχόμενη υγρασία στα διάφορα φυτικά τμήματα.

2.3.4 Σκληρότητα – συνεκτικότητα καρπού

Για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο στις 132 DAT (14/7/2004) και για αυτή στην υπαίθρο στις 70 DAT (22/7/2004) συγκομίστηκαν καρποί από κάθε είδος μεταχείρισης και από τον μάρτυρα και διατηρήθηκαν στο ψυγείο μέχρι να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Σχηματίστηκαν 8 δείγματα από 3 καρπούς το καθένα, τοποθετώντας στο ίδιο δείγμα τους καρπούς από τις επαναλήψεις I και II, όπως και από τις επαναλήψεις III και IV. Ιδιαίτερη προσπάθεια δόθηκε ώστε οι καρποί να είναι στο ίδιο στάδιο ωρίμανσης, δηλαδή στο στάδιο που οι καρποί είναι κόκκινοι, και χωρίς τραυματισμούς.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τους καρπούς του θερμοκηπίου και της υπαίθρου στις 15/7/2004 και στις 28/9/2004 αντίστοιχα. Για τη μέτρηση της σκληρότητας χρησιμοποιήθηκε το πενετρόμετρο μοντέλο FT327, και εφαρμόστηκε σε δυο πλευρές κάθε καρπού. Το όργανο τοποθετήθηκε στην επιφάνεια του καρπού και

πιέζοντάς το υπολογίστηκε η πίεση ή αντίσταση σε Kg. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε εφαρμόζοντας ελαφρά και σταθερά πίεση έως ότου το έμβολο (8mm) βυθίστηκε μέχρι το βάθος της ενδεικτικής γραμμής.

2.3.5 Διαλυτά στερεά συστατικά καρπών

Οι καρποί, που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της σκληρότητας – συνεκτικότητας στα δείγματα που ήδη δημιουργήθηκαν, κόπηκαν σε 4 τεταρτημόρια και επιλέχθηκαν τα 2 διαγώνια από κάθε καρπό. Έτσι για κάθε δείγμα τα 6 τμήματα καρπών ομογενοποιήθηκαν σε αναμείκτη. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τους καρπούς του θερμοκηπίου και της υπαίθρου στις 15/7/2004 και στις 28/9/2004 αντίστοιχα.

Συγκεκριμένα, λαμβάνονταν 10gr περίπου πολτού και διηθούνταν με τη βοήθεια ενός κομματιού χαρτιού. Το διήθημα αυτό τοποθετούνταν στη γυάλινη πλάκα ενός διαθλασίμετρου για τη μέτρηση των διαλυτών στερεών συστατικών. Το διαθλασίμετρο που χρησιμοποιήθηκε γι' αυτό το σκοπό ήταν φορητό με διαβαθμίσεις 0,2 της κλίμακας.

2.3.6 pH – Οξύτητα

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τους καρπούς του θερμοκηπίου και της υπαίθρου στις 15/7/2004 και στις 28/9/2004 αντίστοιχα. Οι καρποί από κάθε είδος εμβολιασμού και από τον μάρτυρα είχαν συγκομιστεί για την καλλιέργεια θερμοκηπίου στις 132 DAT (14/7/2004) ενώ για αυτή στην υπαίθρο στις 70 DAT (22/7/2004) οπότε και διατηρήθηκαν στο ψυγείο μέχρι να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις.

Για τη μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκαν 10gr πολτού, που δημιουργήθηκε με τη διαδικασία που περιγράφεται στο εδάφιο 2.3.5, τα οποία διαλύθηκαν σε 100ml αποσταγμένου νερού. Στη συνέχεια το διάλυμα διηθήθηκε με τη βοήθεια ενός κομματιού γάζας και 50ml του διηθήματος σε ογκομετρικό σωλήνα χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση

του pH σε ψηφιακό πεχάμετρο, αφού πρώτα αυτό έχει στανταριστεί με buffers με pH 4 και 7.

Μετά τη μέτρηση του pH στο ίδιο διάλυμα προστέθηκαν 3-4 σταγόνες του δείκτη φαινυλοφθαλείνης (αλκοολικό διάλυμα φαινυλοφθαλείνης 1%) και πραγματοποιήθηκε τιτλοδότηση με NaOH 0,01M μέχρι έως ότου το χρώμα του διαλύματος να γίνει μοβ-κόκκινο. Πολλαπλασιάζοντας τον όγκο του διαλύματος του NaOH με τον συντελεστή 0,0128 υπολογίστηκε η περιεκτικότητα του χυμού σε % κιτρικό οξύ. Ο συντελεστής αυτός υπολογίστηκε με βάση τα ml του χυμού που χρησιμοποιήθηκαν, την κανονικότητα του διαλύματος του NaOH και το γραμμοϊσοδύναμο του οξέος.

2.3.7 Λυκοπίνιο

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν για τους καρπούς του θερμοκηπίου και της υπαίθρου στις 15/7/2004 και στις 28/9/2004 αντίστοιχα. Οι καρποί από κάθε είδος εμβολιασμού και από τον μάρτυρα είχαν συγκομιστεί για την καλλιέργεια θερμοκηπίου στις 132 DAT (14/7/2004) και για αυτή στην υπαίθρο στις 70 DAT (22/7/2004) και διατηρήθηκαν στο ψυγείο μέχρι να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις.

Σε σωλήνες φυγοκέντρισης προστέθηκε 1 gr πολτού τομάτας, που δημιουργήθηκε με τη διαδικασία που περιγράφεται στο εδάφιο 2.3.5, και 25ml ακετόνη. Το δείγμα ομογενοποιήθηκε ανακατεύοντας καλά ώστε τελικά απέκτησε πορτοκαλί χρώμα και διατηρήθηκε στο ψυγείο μέχρι να γίνει η μέτρηση. Στη συνέχεια οι σωλήνες φυγοκέντρισης ανακινήθηκαν για 60min στις 150στροφές/ min στο σκοτάδι, ώστε να παρεμποδιστεί η φωτο-επαγωγική οξειδωση του λυκοπινίου, και μετά φυγοκεντρήθηκαν στα 5.000g για 20min.

Μετά για το κάθε δείγμα με τη χρήση πιπέτας λήφθηκε όλο το υπερκείμενο διάλυμα από τον φυγοκεντρικό σωλήνα αφήνοντας το ίζημα και αυτό τοποθετήθηκε σε κωνική φιάλη των 25ml και όταν χρειάστηκε συμπληρώθηκε με ακετόνη. Τέλος, ποσότητα του διαλύματος αυτού χρησιμοποιήθηκε σε σπεκτροφασματοφωτόμετρο έχοντας ως διαλύτη την

ακετόνη και χρησιμοποιώντας μήκος κύματος 503nm. Η περιεκτικότητα σε λυκοπίνιο υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση απορρόφησης

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot d$$

Όπου **A** : η απορρόφηση

ε : ο συντελεστής απόσβεσης με τιμή $17,2 \times 10^4 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ lt}$

c : το πλάτος της κυψελίδας, που είναι 1cm

d : η ζητούμενη συγκέντρωση του καρπού σε λυκοπίνιο (mol/ lt)

και το Μ.Β. του λυκοπινίου να είναι 536,85. Στη συνέχεια η συγκέντρωση σε λυκοπίνιο εκφράστηκε σε mg/ 100g νωπού βάρους ιστού.

2.3.8 Ανόργανα στοιχεία

Η προετοιμασία των διαλυμάτων για την εκτίμηση της περιεκτικότητας του χυμού των καρπών της τομάτας σε μέταλλα και ασβέστιο έγινε στο Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών και Ποιοτικού Ελέγχου Μαγνησίας, όμως η μέτρηση αυτών των ποσοτήτων έγινε στο Ι.Χ.Τ.Ε.Λ. Η διαδικασία προετοιμασίας των δειγμάτων ξεκίνησε με τον τεμαχισμό των καρπών σε μικρά κομμάτια και την εισαγωγή τους σε φούρνο ξήρανσης, με τη βοήθεια πυρίμαχων (Pyrex) δοχείων, για δύο ώρες περίπου στους 110°C. Από τα αποξηραμένα κομμάτια χρησιμοποιήθηκε δείγμα 1gr, το οποίο τοποθετήθηκε σε ποτήρι ζέσεως, ενώ προστέθηκαν 10ml νιτρικού οξέος 65%. Στη συνέχεια το διάλυμα τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο στους 45°C για 24 ώρες. Μετά τη διέλευση της μίας μέρας, τα διαλύματα διηθήθηκαν από φίλτρα χαρτιού τύπου Ashless και το διήθημα τοποθετήθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 50ml. Στα δείγματα τα οποία προορίζονταν για τον υπολογισμό της περιεκτικότητάς τους σε ασβέστιο προστέθηκε 1% λανθάνιο (Lanthanum III oxide for analysis La_2O_3 M.=325,81, Panreac), που αντιστοιχεί σε ποσότητα 0,5gr, και για τη δημιουργία διαλύματος 50ml σε όλες τις φιάλες προστέθηκε απιονισμένο νερό, μέχρι τη συμπλήρωση αυτού του όγκου. Μετά το τέλος παρασκευής των δειγμάτων, διατηρήθηκαν σε ψυγείο μέχρι τη μεταφορά τους στο Ι.Χ.Τ.Ε.Λ., όπου με ατομική

απορρόφηση εκτιμήθηκαν οι περιεκτικότητες στα συγκεκριμένα μέταλλα και στο ασβέστιο.

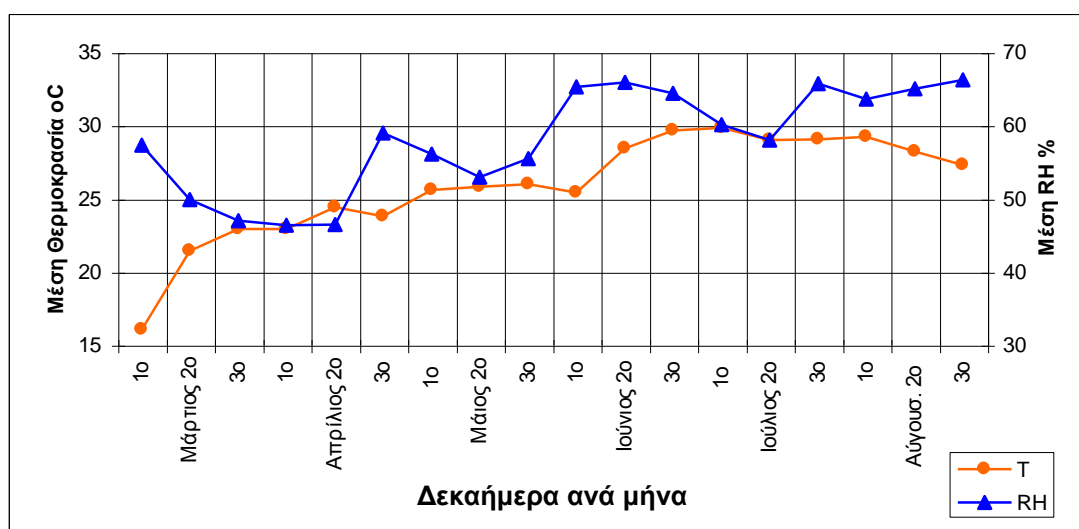
2.3.9 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα «*SPSS 11,0 for Windows*» και οι μέσοι όροι των μεταχειρίσεων συγκρίθηκαν με βάση τα κριτήρια Duncan-test και της LSD, σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$. Οι γραφικές παραστάσεις δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας το «*Microsoft Excel*».

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Κατά τη διάρκεια του πειράματος καταγράφηκαν στο θερμοκήπιο η μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία (T_{max} , T_{min}) καθώς και η μέγιστη και ελάχιστη σχετική υγρασία (% RH $_{max}$, % RH $_{min}$) κατά τους μήνες Μάρτιο ως Αύγουστο του 2004. Στο *Διάγραμμα 1*, παρουσιάζονται η μέση θερμοκρασία και η μέση σχετική υγρασία ανά δεκαήμερο καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.



Διάγραμμα 1: Θερμοκρασία και σχετική υγρασία εντός του θερμοκηπίου κατά τους μήνες Μάρτιο ως Αύγουστο 2004

3.1.1 Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο μετρήθηκε 8 φορές – συγκεκριμένα στις 8, 21, 30, 41, 56, 70, 84 και 96 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (DAT). Οι μέσοι όροι του ύψους ανά φυτό για κάθε μεταχείριση παρουσιάζονται στο *Διάγραμμα 2*.

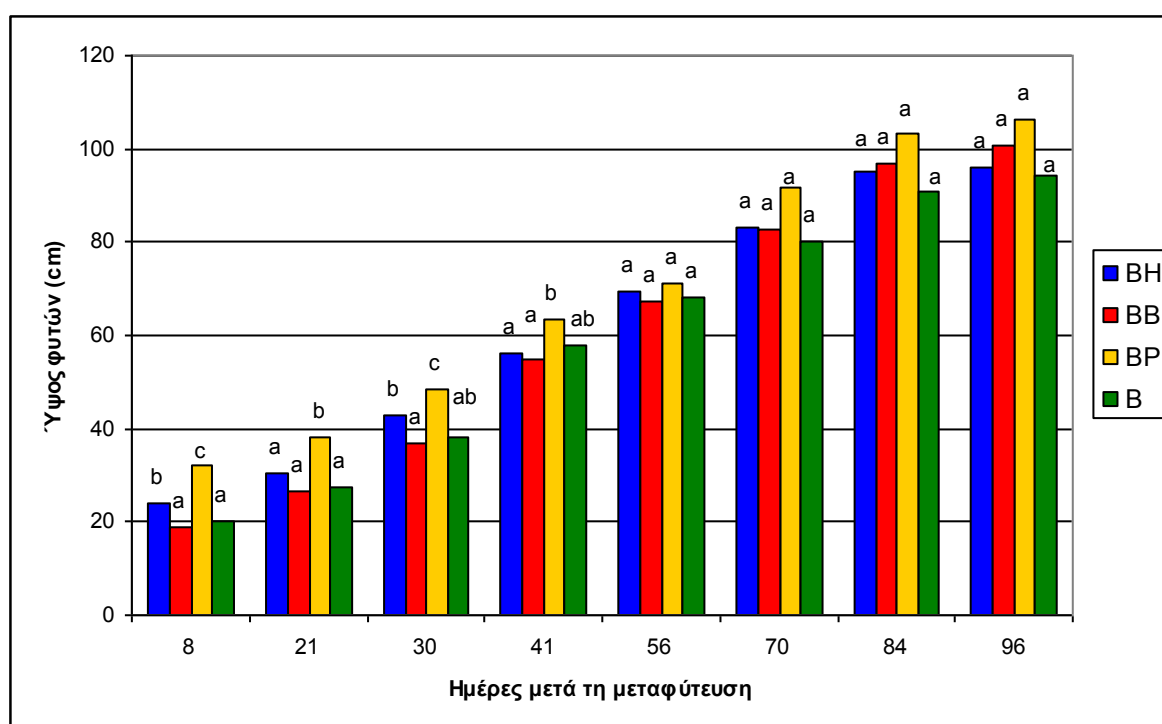
Στις 8 DAT τα φυτά του εμβολιασμού BP είχαν το μεγαλύτερο ύψος διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τα φυτά των υπολοίπων μεταχειρίσεων. Τα αυτορίζα φυτά B και τα φυτά του εμβολιασμού BB δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ως προς στο ύψος τους.

Στη συνέχεια του πειράματος, τόσο στις 21 DAT όσο και στις 30 DAT, το ύψος των φυτών BP εξακολουθούσε να είναι το μεγαλύτερο, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από αυτό των τριών άλλων

μεταχειρίσεων. Όσον αφορά στις άλλες 3 μεταχειρίσεις, βρέθηκε ότι στις 21 DAT το ύψος τους δεν διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ενώ αντίθετα στις 30 DAT το ύψος των φυτών BH και BB διαφέρει στατιστικώς σημαντικά, με μεγαλύτερη τιμή αυτό των BH.

Στις 41 DAT τα φυτά του εμβολιασμού BP εξακολουθούν να έχουν το μεγαλύτερο ύψος διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά τόσο με τον BH όσο με τον BB.

Τέλος, από τη μέτρηση στις 56 DAT ως αυτή στις 96 DAT, δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στο ύψος των φυτών των διάφορων μεταχειρίσεων όπως και του μάρτυρα. Επιπλέον, θα πρέπει να σημειωθεί ότι καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της περιόδου το ύψος των φυτών στην μεταχείριση BP είχε την μεγαλύτερη τιμή.



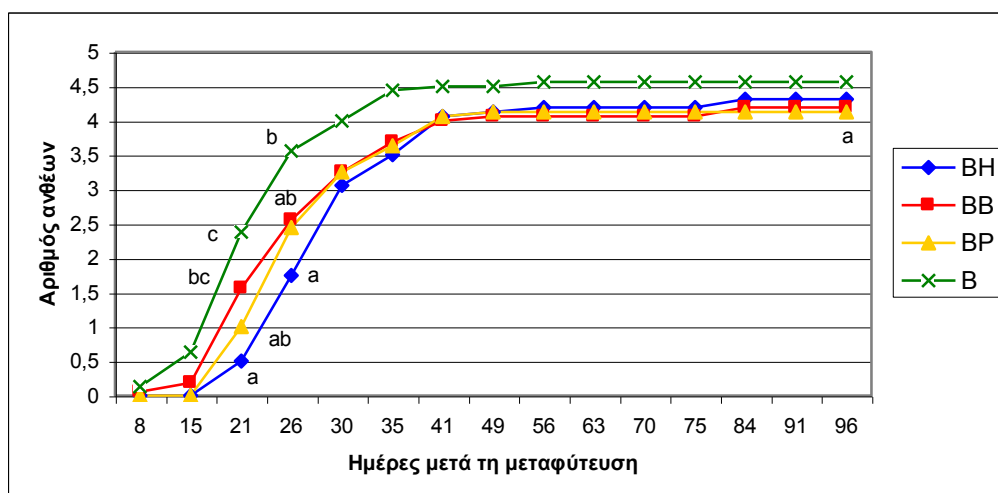
Διάγραμμα 2: Μέσο ύψος φυτών για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα I του παραρτήματος II

Τέλος, αν λάβουμε υπόψη τη μεταβολή του ύψους από τις 84 ως τις 96 DAT, παρατηρούμε ότι τα φυτά των εμβολιασμών BH, BP και BB έχουν μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τα αυτόριζα B κατά 1,8%, 12,9% και 7% αντίστοιχα.

3.1.2 Άνθηση

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 15 μετρήσεις, από τις 8 ως τις 96 DAT, με σκοπό να μελετηθεί ο αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης των 5 πρώτων ταξιανθιών για τους τρεις τύπους εμβολιασμού καθώς και του μάρτυρα στην καλλιέργεια θερμοκηπίου.

Από το *Διάγραμμα 3*, στο οποίο παρουσιάζεται ο αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης της 1^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό, φαίνεται ότι οι εμβολιασμοί BP και BH καθυστέρησαν να εμφανίσουν την πρώτη τους ταξιανθία σε αντίθεση με τον εμβολιασμό BB και τον μάρτυρα B. Πιο συγκεκριμένα οι μεταχειρίσεις BP και BH εμφάνισαν την πρώτη ταξιανθία στις 21 DAT ενώ οι BB και B στις 8 DAT.



Διάγραμμα 3: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 1^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο

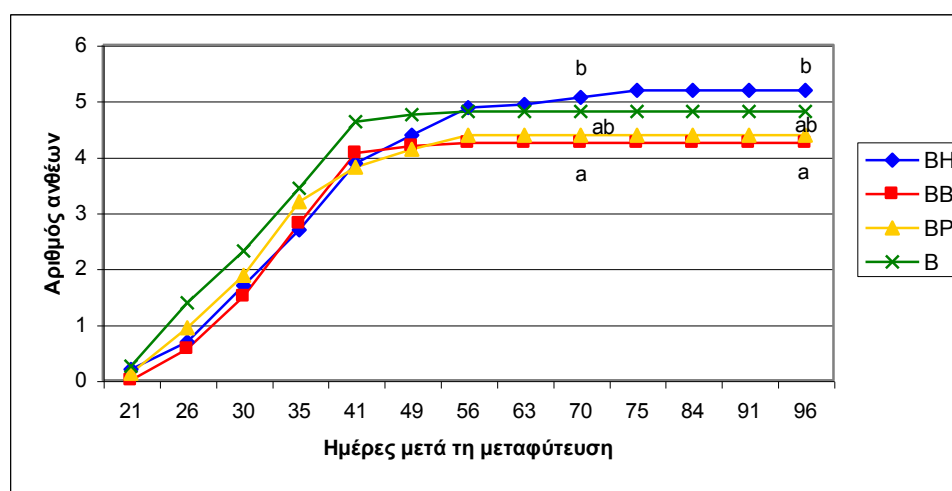
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Δεδομένα στον πίνακα II του παραρτήματος II

Επιπλέον από το *Διάγραμμα 3*, φαίνεται ότι ως τις 21 DAT τα αυτόριζα φυτά B εμφανίζουν αθροιστικά τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων της 1^{ης} ταξιανθίας διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με αυτόν των εμβολιασμένων φυτών BH και BP. Ακόμα στις 26 DAT τα αυτόριζα φυτά τομάτας B εξακολουθούν να έχουν τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων της 1^{ης} ταξιανθίας διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά μόνο από τα φυτά BH. Από το σημείο αυτό και μέχρι το τέλος των μετρήσεων ο αθροιστικός αριθμός των ανθέων της 1^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς

σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 4 μεταχειρίσεις, αν και τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων αθροιστικά φαίνεται να έχουν τα αυτόριζα φυτά.

Όπως φαίνεται στο *Διάγραμμα 4*, ο εμβολιασμός BB καθυστερεί να εμφανίσει την 2^η ταξιανθία του, σε αντίθεση με τις άλλες 3 μεταχειρίσεις. Πιο συγκεκριμένα, η 2^η ταξιανθία εμφανίζεται για τους εμβολιασμούς BH και BP και για τον μάρτυρα B στις 21 DAT, ενώ για τον εμβολιασμό BB στις 26 DAT.

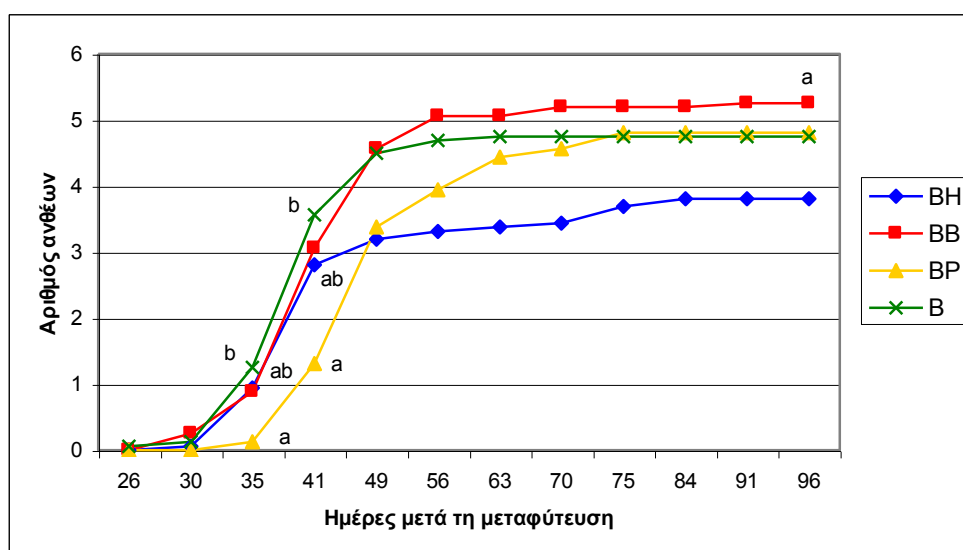


Διάγραμμα 4: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 2^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα II του παραρτήματος II

Επιπλέον, από το *Διάγραμμα 4* φαίνεται ότι ως τις 49 DAT τα αυτόριζα φυτά B εμφανίζουν αθροιστικά τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων της 2^{ης} ταξιανθίας χωρίς να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με αυτόν των εμβολιασμένων φυτών. Ενώ από τις 70 DAT και μέχρι το τέλος των μετρήσεων ο αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης των ανθέων της 2^{ης} ταξιανθίας για τα εμβολιασμένα φυτά BH είναι μεγαλύτερος παρουσιάζοντας στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον αριθμό των ανθέων των εμβολιασμένων φυτών BB.

Από το *Διάγραμμα 5*, παρατηρούμε ότι τα αυτόριζα φυτά B εμφανίζουν την 3^η ταξιανθία τους στις 26 DAT, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις στις 30 DAT. Στις 35 και 41 DAT τα αυτόριζα φυτά B

παρουσιάζουν τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων της 3^{ης} ταξιανθίας, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με τον αντίστοιχο των τριών άλλων εμβολιασμένων φυτών. Από τις 49 DAT ως και το τέλος των μετρήσεων ο ρυθμός εμφάνισης της 3^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των 4 μεταχειρίσεων. Τελικά, στις 96 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων αθροιστικά φαίνεται να έχουν τα εμβολιασμένα φυτά BB, χωρίς όμως να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



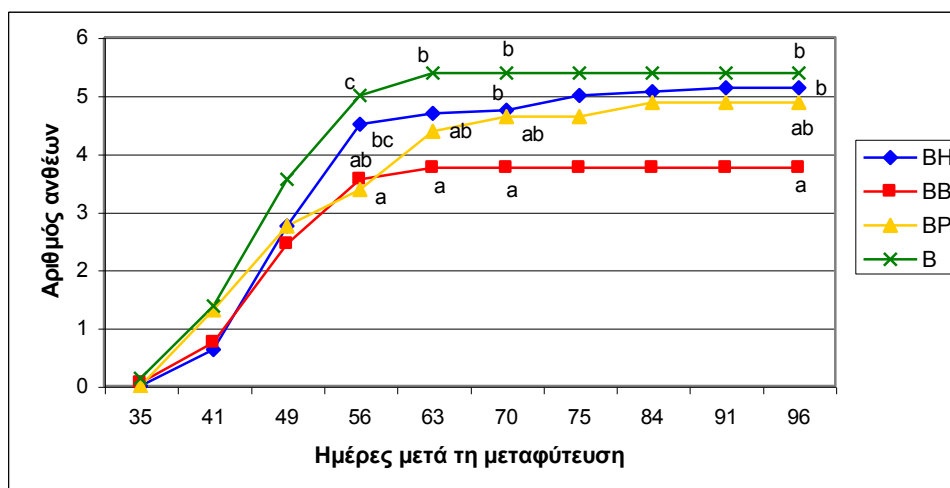
Διάγραμμα 5: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 3^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα II του παράρτηματος II

Από το Διάγραμμα 6, παρατηρούμε ότι τα αυτόριζα φυτά B και τα φυτά του εμβολιασμού BB εμφανίζουν την 4^η ταξιανθία τους στις 35 DAT, ενώ οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις στις 41 DAT.

Παράλληλα, καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων τα φυτά του εμβολιασμού BB εμφάνισαν τον μικρότερο αριθμό ανθέων της 4^{ης} ταξιανθίας. Πιο συγκεκριμένα από τις 56 έως τις 96 DAT ο αριθμός ανθέων της 4^{ης} ταξιανθίας των BB διέφερε στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με τον αριθμό των ανθέων των άλλων μεταχειρίσεων. Από την άλλη τα αυτόριζα φυτά B παρουσίασαν το μεγαλύτερο αριθμό ανθέων της 4^{ης}

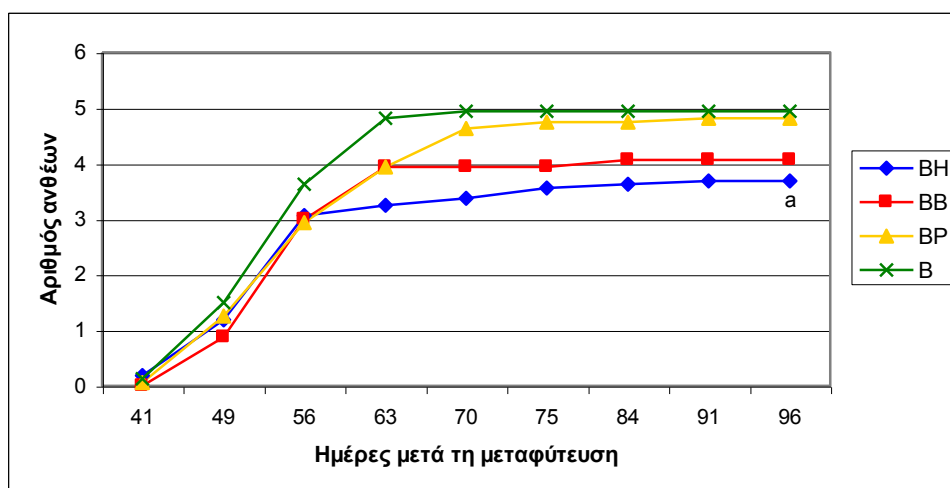
ταξιανθίας διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις από τις 56 έως 96 DAT.

Τελικά, στις 96 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων αθροιστικά φαίνεται να έχουν τα αυτόριζα φυτά Β και τα φυτά του εμβολιασμού ΒΗ, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με τις άλλες δυο μεταχειρίσεις.



Διάγραμμα 6: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 4^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα II του παραρτήματος II

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 7, τα αυτόριζα φυτά Β και τα φυτά των εμβολιασμών BP και ΒΗ εμφανίζουν την τα άνθη της 5^{ης} ταξιανθίας τους στις 41 DAT, ενώ τα φυτά της BB στις 49 DAT. Το άθροισμα των ανθέων της 5^{ης} ταξιανθίας που εμφανίστηκαν καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων δεν παρουσίασε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Τελικά, στις 96 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων αθροιστικά φαίνεται να έχουν τα αυτόριζα φυτά Β, χωρίς όμως να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 7: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 5^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα II του παραρτήματος II

3.1.3 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται το νωπό και ξηρό βάρος κάθε υπέργειου φυτικού τμήματος αλλά και ολόκληρου του υπέργειου τμήματος κάθε μεταχείρισης στις 107 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών τομάτας στο θερμοκήπιο.

Από τα στοιχεία που παρουσιάζονται, προκύπτει ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων τόσο στο νωπό όσο και στο ξηρό βάρος των βλαστών, φύλλων και ανώριμων καρπών. Αντίθετα, όσον αφορά στα άνθη το νωπό και ξηρό βάρος τους ο εμβολιασμός BP διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από αυτό των άλλων εμβολιασμών και του μάρτυρα, παρουσιάζοντας τη μεγαλύτερη τιμή. Για το νωπό και ξηρό βάρος των ώριμων καρπών δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση λόγω του μικρού δείγματος.

Πίνακας 5: Κατανομή και τιμές του νωπού και ξηρού βάρους στο υπέργειο τμήμα των φυτών τομάτας σε καλλιέργεια θερμοκηπίου (107 DAT)

		BH	BB	BP	B
Βλαστοί	N.B. (gr)	204,3a	242,38a	283,78a	226,1a
	Ξ.B (gr)	36,3a	45,1a	60,69a	40,28a
Φύλλα	N.B. (gr)	884,08a	775,6a	980,28a	766,33a
	Ξ.B. (gr)	139,84a	126,69a	153,54a	133,48a
Άνθη	N.B. (gr)	13,35a	20,4ab	26,98b	14,93ab
	Ξ.B. (gr)	2,23a	3,73ab	4,7b	3,03ab
Ανώριμοι καρποί	N.B. (gr)	1516,03a	1768,35a	1945,13a	2135,78a
	Ξ.B. (gr)	54,43a	32,63a	43,75a	64,46a
Ώριμοι καρποί	N.B. (gr)	260,6*	473,03*	842,65*	395,6*
	Ξ.B. (gr)	4,95*	7,6*	12,05*	6,73*
Ύψος φυτού (cm)		127,75a	144,5a	135,0a	139,0a

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

* Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση λόγω του μικρού δείγματος.

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Δεδομένα στον πίνακα IV του παρατήματος II

Από τα ποσοστά του νωπού βάρους των φυτικών τμημάτων των τριών εμβολιασμών και του μάρτυρα σε σχέση με το ολικό νωπό βάρος, παρατηρήθηκε ότι 107 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, ο BH είχε το μικρότερο ποσοστό σε ώριμους καρπούς και το μεγαλύτερο ποσοστό σε φύλλα. Έτσι φαίνεται ότι ο εμβολιασμός BH οψιμίζει την παραγωγή και στο στάδιο αυτό (107 DAT) ενώ το φυτό συνεχίζει να παράγει φυτομάζα λαμβάνοντας υπόψη ότι έχει και από τα μικρότερα ποσοστά ανώριμων καρπών. Από την άλλη πλευρά, ο εμβολιασμός BP παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό ώριμων καρπών οπότε μπορεί να θεωρηθεί ότι αυτό το είδος εμβολιασμού προωμίζει την παραγωγή. Τέλος δεν μπορούμε να μην παρατηρήσουμε ότι ο μάρτυρας B παρουσιάζει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό ανώριμων καρπών που ίσως υποδηλώνει ότι ενώ παράγει πολύ πρώιμα τους καρπούς του αργεί στη συνέχεια να τους ωριμάσει.

Παράλληλα παρατηρώντας τα ποσοστά του ξηρού βάρους των φυτικών τμημάτων των τριών εμβολιασμών και του μάρτυρα σε σχέση με το ολικό ξηρό βάρος παρατηρήθηκε ότι 107 ημέρες μετά τη μεταφύτευση όλες οι μεταχειρίσεις παρουσιάζουν παρόμοιο ποσοστό φύλλων. Επιπλέον, οι εμβολιασμοί BB και BP παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά σε βλαστούς. Τέλος όσον αφορά στα άνθη και στους

ώριμους καρπούς, δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές και όλοι οι τύποι εμβολιασμού και ο μάρτυρας κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα.

Πίνακας 6: Ποσοστά νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών της καλλιέργειας θερμοκηπίου στις 107 DAT

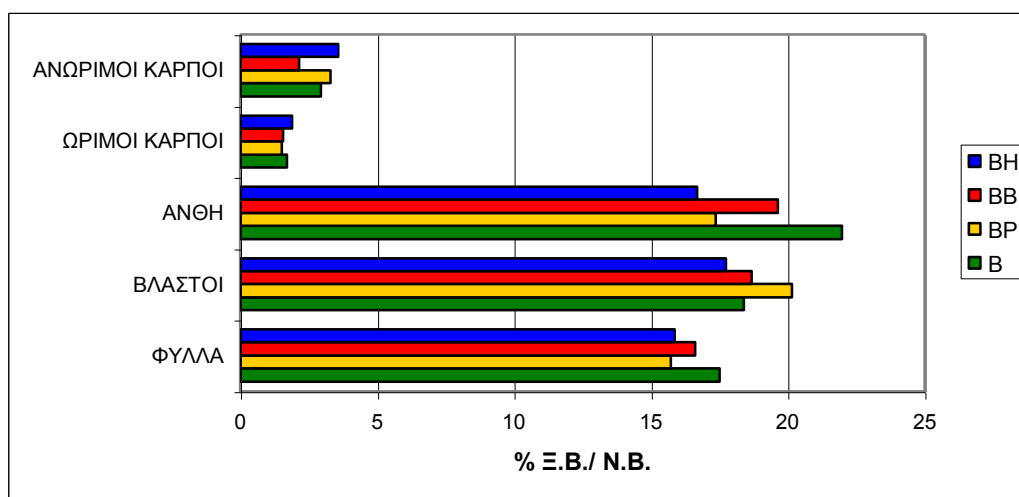
	BH		BB		BP		B	
	N.B. (%)	Ξ.B. (%)	N.B. (%)	Ξ.B. (%)	N.B. (%)	Ξ.B. (%)	N.B. (%)	Ξ.B. (%)
Βλαστοί	7	15	7	21	7	22	6	16
Φύλλα	31	59	24	58	24	56	22	54
Άνθη	0	1	1	2	1	2	0	1
Αν. Καρποί	53	23	54	15	47	16	61	26
Ωρ. Καρποί	9	2	14	4	21	4	11	3

Στον Πίνακα 7, παρατηρούμε ότι οι εμβολιασμοί BH και BP διαθέτουν τους μεγαλύτερους λόγους ολικού ξηρού βάρους προς ολικό νωπό βάρος και αυτό ίσως να οφείλεται στην οψιμότερη συμπεριφορά που παρουσιάζουν καθώς και στην συσσώρευση ξηρής ουσίας στους καρπούς. Στον άλλο εμβολιασμό όπως και στο μάρτυρα ο λόγος Ξ.Β./Ν.Β. δεν έχει σημαντικές διαφορές, αφού και ο καταμερισμός της ξηρής ουσίας στα διάφορα φυτικά τμήματα είναι παρόμοιος με μικρές διαφορές, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 8. Βέβαια, από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 3 εμβολιασμών και του μάρτυρα όσον αφορά στο ολικό ξηρό και νωπό βάρος αλλά και στον λόγο ξηρού-νωπού βάρους.

Πίνακας 7: Ολικό ξηρό και νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών της καλλιέργειας θερμοκηπίου στις 107 DAT

		BH	BB	BP	B
	Ξ.Β. (gr)	361,53a	211,94a	275,45a	242,93a
Ολικό	N.B (gr)	2682,9a	3161,5a	3657,48a	3657,48a
	Ξ.Β./Ν.Β. %	8,86a	7,49a	9,15a	7,68a

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα IV του παραρτήματος II



Διάγραμμα 8: Λόγος E.B. προς N.B. των διάφορων φυτικών τμημάτων φυτών της καλλιέργειας θερμοκηπίου στις 107 DAT
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα V του παραρτήματος II

3.1.4 Συνολική φυλλική επιφάνεια

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 8, η φυλλική επιφάνεια 107 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο και για τις 4 μεταχειρίσεις δεν παρουσιάζει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Βέβαια την μεγαλύτερη τιμή της έχουν τα φυτά του εμβολιασμού BH, αλλά χωρίς να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από την τιμή της στα άλλα είδη εμβολιασμού και στο αυτόριζο.

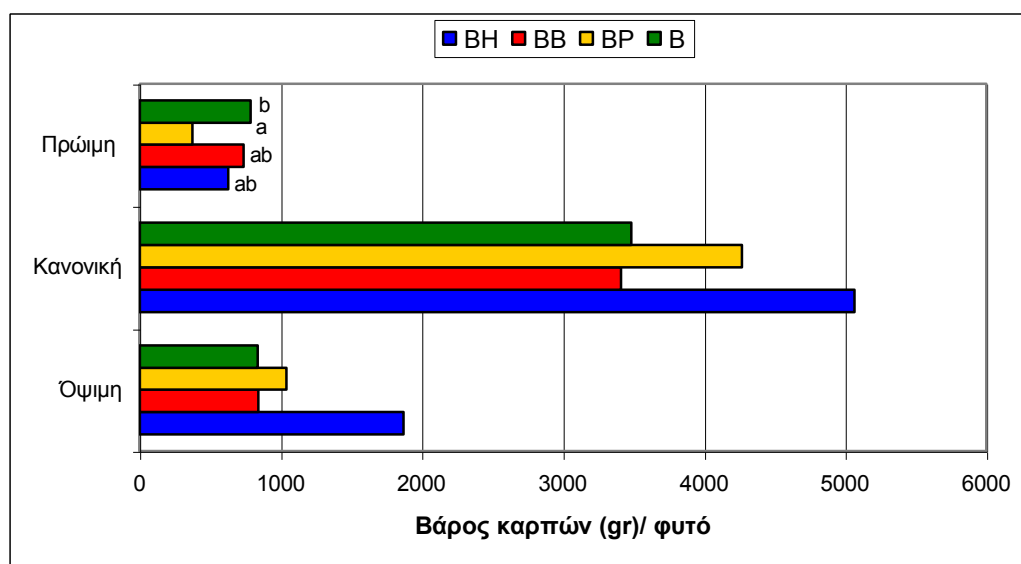
Πίνακας 8: Συνολική φυλλική επιφάνεια των φυτών καλλιέργειας θερμοκηπίου στις 107 DAT

	BH	BB	BP	B
Φυλλική Επιφάνεια (cm ²)	10923,13a	7598,11a	8646,24a	8693,17a

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα VI του παραρτήματος II

3.1.5 Παραγωγικότητα

Έχοντας ορίσει ως πρώιμη περίοδο παραγωγής καρπών τις 0-84 DAT, ως κανονική τις 85-155 DAT και ως όψιμη τις 156-192 DAT έγινε ο υπολογισμός της παραγωγικότητας του κάθε τύπου εμβολιασμού και του μάρτυρα για κάθε μια από αυτές τις τρεις περιόδους.



Διάγραμμα 9: Παραγωγικότητα ανά φυτό ανά περίοδο συγκομιδής για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο

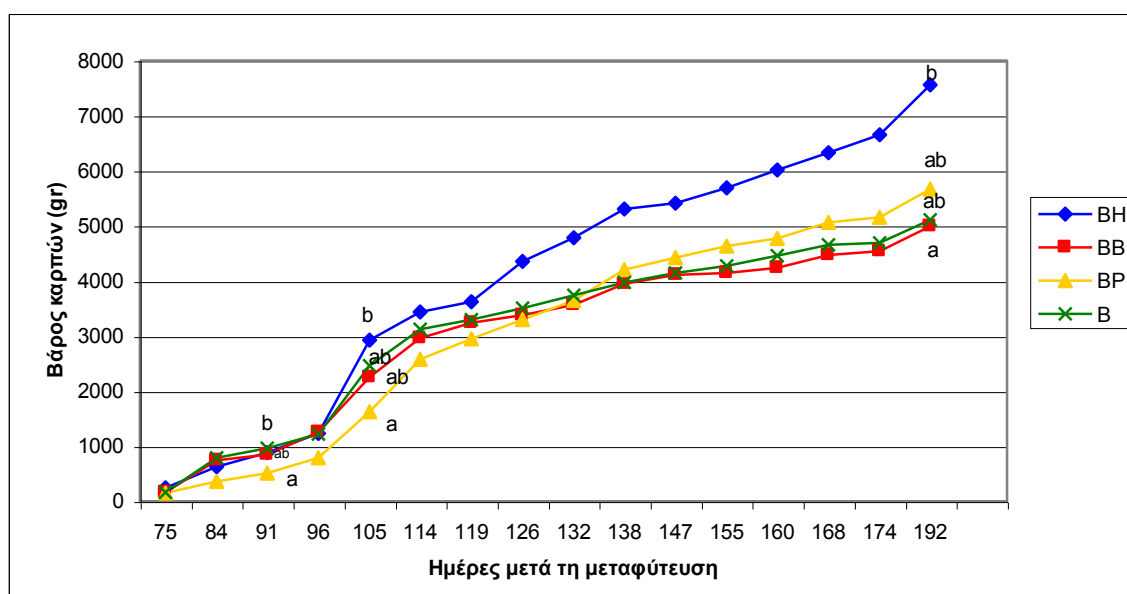
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα VII του παραρτήματος II

Κατά την πρώιμη περίοδο συγκομιδής τα αυτόριζα φυτά B παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγή σε καρπούς σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από την παραγωγικότητα των εμβολιασμένων φυτών BP. Πιο συγκεκριμένα η παραγωγή των αυτόριζων κατά την πρώιμη περίοδο είναι μεγαλύτερη κατά 20,1%, 6,1% και 52,1% σε σχέση με τα φυτά των εμβολιασμών BH, BB και BP αντίστοιχα.

Κατά την κανονική περίοδο συγκομιδής τα φυτά των εμβολιασμών BH και BP έχουν μεγαλύτερη παραγωγή κατά 45,5% και 22,5% αντίστοιχα σε σχέση με το αυτόριζο B, χωρίς όμως να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, τα φυτά του εμβολιασμού BB συνεχίζουν να παρουσιάζουν μικρότερη παραγωγή καρπών σε σχέση με τον μάρτυρα B, κατά 2,1%.

Κατά την όψιμη περίοδο συγκομιδής τα φυτά και των τριών τύπων εμβολιασμού παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγικότητα σε σχέση με τα αυτόριζα, χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Τέλος, από το *Διάγραμμα 9*, προκύπτει ότι και οι 4 μεταχειρίσεις του πειράματος παρήγαγαν την μεγαλύτερη ποσότητα καρπών ανά φυτό κατά την κανονική περίοδο συγκομιδής.



Διάγραμμα 10: Αθροιστική παραγωγικότητα ανά φυτό ανά συγκομιδή στην θερμοκήπιακη καλλιέργεια
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα VII του παραρτήματος II

Η πρώτη συγκομιδή καρπών πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο και για τις 4 μεταχειρίσεις των φυτών τομάτας του πειράματος. Έτσι, πραγματοποιήθηκαν 16 συγκομιδές μέχρι και 192 DAT, άρα η συνολική διάρκεια συγκομιδής των καρπών τομάτας ήταν 117 ημέρες.

Κατά την 1^η συγκομιδή (75 DAT) η παραγωγικότητα των φυτών και των 4 μεταχειρίσεων δεν παρουσιάζει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στις 84 DAT και στις 91 DAT τα αυτόριζα φυτά B παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αθροιστική παραγωγικότητα διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από την παραγωγικότητα αυτή των

εμβολιασμένων φυτών BP, που παρουσιάζουν την μικρότερη αθροιστική παραγωγικότητα.

Στην συνέχεια, από τις 105 έως τις 126 DAT, την μεγαλύτερη παραγωγικότητα την επιδεικνύουν τα φυτά του εμβολιασμού BH διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από την παραγωγικότητα των εμβολιασμένων φυτών BP. Κατά την περίοδο αυτή τόσο τα αυτόριζα όσο και τα φυτά του εμβολιασμού BB διατηρούν ένα προβάδισμα έναντι των φυτών BP εξαιτίας της αυξημένης παραγωγικότητας αυτών κατά την περίοδο 75 DAT ως 96 DAT.

Βέβαια, η υπεροχή στην παραγωγικότητα των εμβολιασμένων φυτών BH συνεχίζεται ως το τέλος των μετρήσεων στις 192 DAT, όμως στις τελευταίες μετρήσεις η αθροιστική παραγωγικότητα διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από αυτή των εμβολιασμένων φυτών BB. Δηλαδή, τελικά παρατηρούμε ότι τα εμβολιασμένα φυτά BP κατά την περίοδο 138 έως 192 DAT παρουσιάζουν μεγαλύτερη αθροιστική παραγωγικότητα σε σχέση τόσο με τα αυτόριζα φυτά όσο και με τα εμβολιασμένα φυτά BB.

Τέλος, αν λάβουμε υπόψη την αθροιστική παραγωγικότητα από τις 75 έως τις 192 DAT, παρατηρούμε ότι τα φυτά του εμβολιασμού BH και BP έχουν μεγαλύτερη παραγωγή καρπών σε σχέση με τα αυτόριζα B κατά 32% και 13,8% αντίστοιχα. Αντίθετα, τα φυτά του εμβολιασμού BB παρουσίασαν μικρότερη παραγωγή κατά 3% σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα B.

3.1.5.1 Βάρος καρπών

Το βάρος ανά καρπό τομάτας καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο κυμάνθηκε από πολύ λίγα γραμμάρια ως και 850gr. Όμως από αυτό το εύρος βάρους των καρπών εμπορεύσιμοι θεωρούνται οι καρποί που ζυγίζουν από 51-500gr, και αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα το ποσοστό αυτό για τον μάρτυρα B ήταν 94% και για τους εμβολιασμούς BH, BB και BP 95%, 96% και 92% αντίστοιχα.

Οι εμπορεύσιμοι καρποί τομάτας (Πίνακας 9) κατανέμονται ανάλογα με το βάρος τους και έχει προσδιοριστεί το ποσοστό της κάθε κατηγορίας σε σχέση με το σύνολο των εμπορεύσιμων καρπών. Οι καρποί που προέρχονται από τα φυτά τόσο του εμβολιασμού ΒΗ όσο και του Β κατανέμονται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους στην κατηγορία 101-150gr. Ενώ, οι καρποί του εμβολιασμού ΒΒ στο μεγαλύτερό τους ποσοστό, ανήκουν στην κατηγορία 251-300 gr και αυτοί του εμβολιασμού ΒΡ στην κατηγορία 151-200 gr. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι καρποί των μεταχειρίσεων ΒΗ και Β είναι μικρότεροι σε βάρος σε σχέση με τους καρπούς των άλλων δυο μεταχειρίσεων.

Πίνακας 9: Κατάταξη εμπορεύσιμων καρπών της θερμοκηπιακής καλλιέργειας ανάλογα με το βάρος τους

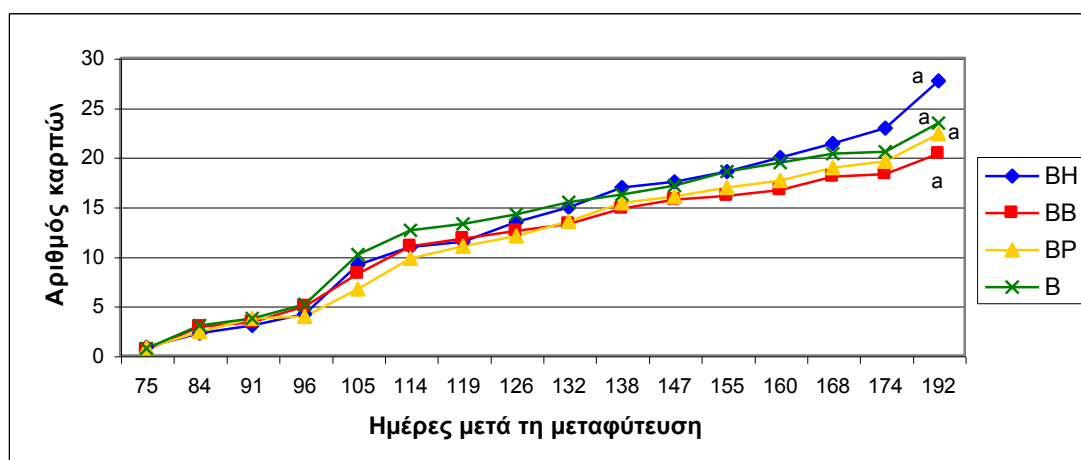
Κατηγορία καρπών (gr)	ΒΗ		ΒΒ		ΒΡ		Β	
	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)
51-100	35	9	28	9	32	10	57	16
101-150	71	20	40	13	40	13	58	17
151-200	55	15	46	15	52	16	49	14
201-250	52	14	45	15	45	14	53	16
251-300	42	11	51	17	41	13	43	13
301-350	46	12	38	12	36	11	33	10
351-400	26	7	29	10	33	10	19	6
401-450	23	6	21	7	23	7	16	5
451-500	23	6	7	2	18	6	10	3
<i>Σύνολο</i>	<i>373</i>	<i>100</i>	<i>305</i>	<i>100</i>	<i>320</i>	<i>100</i>	<i>338</i>	<i>100</i>

3.1.5.2 Αριθμός καρπών

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων εκτός από το βάρος των καρπών που συγκομίζονταν πραγματοποιούνταν και καταμέτρηση του αριθμού των καρπών για κάθε φυτό.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στο *Διάγραμμα 11*, οπότε και παρατηρούμε ότι ο αθροιστικός ρυθμός παραγωγής καρπών καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων δεν παρουσίασε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά των εμβολιασμών όσο και για τα αυτόριζα φυτά. Τελικά, στις 192 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό καρπών αθροιστικά

φαίνεται να έδωσαν τα φυτά του εμβολιασμού BH, χωρίς όμως να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 11: Αθροιστικός ρυθμός παραγωγής καρπών ανά φυτό ανά συγκομιδή σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα IX του παραρτήματος II

3.1.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών

Οι καρποί των διάφορων μεταχειρίσεων εξετάστηκαν για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά, δηλαδή πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τα pH, BRIX (%), οξύτητα (%κιτρικό οξύ), λυκοπίνιο, αντίσταση της σάρκας στην πίεση και περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία.

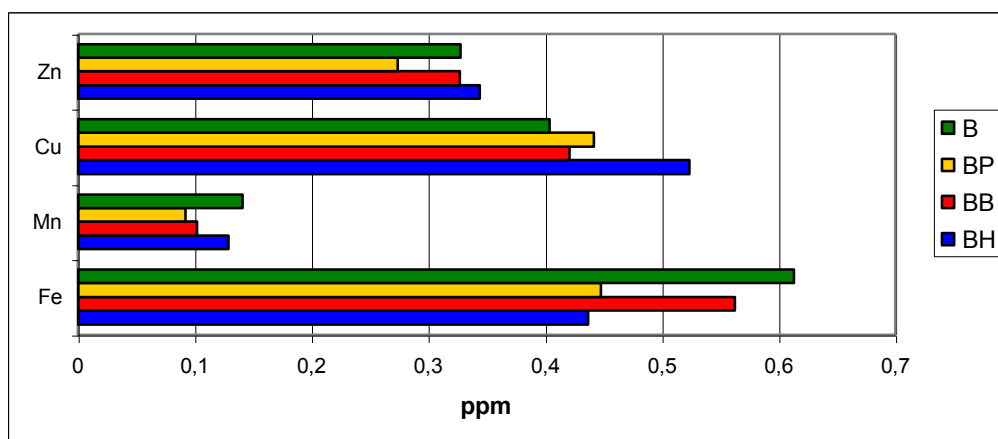
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 10 δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες pH, BRIX (%), οξύτητα (%κιτρικό οξύ), λυκοπίνιο, αντίσταση της σάρκας στην πίεση ανάμεσα στους διάφορους εμβολιασμούς και στο μάρτυρα.

Πίνακας 10: pH, BRIX (%), οξύτητα (%κιτρικό οξύ), λυκοπίνιο, αντίσταση της σάρκας στην πίεση καρπών θερμοκηπιακής καλλιέργειας

	BH	BB	BP	B
PH	3,42a	3,3a	3,72a	3,48a
BRIX (%)	4,4a	5,1a	4,5a	4,8a
Οξύτητα	0,35a	0,31a	0,25a	0,33a
Λυκοπίνιο (mg/100g NB)	2,83a	3,23a	3,41a	3,87a
Αντίσταση σάρκας (Kg)	2,58a	2,49a	2,58a	3,15a

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα XI του παραρτήματος II

Επιπλέον, όσον αφορά στην περιεκτικότητα των καρπών στα ανόργανα στοιχεία Zn, Cu, Mn και Fe δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα διάφορα είδη εμβολιασμού και στον μάρτυρα.

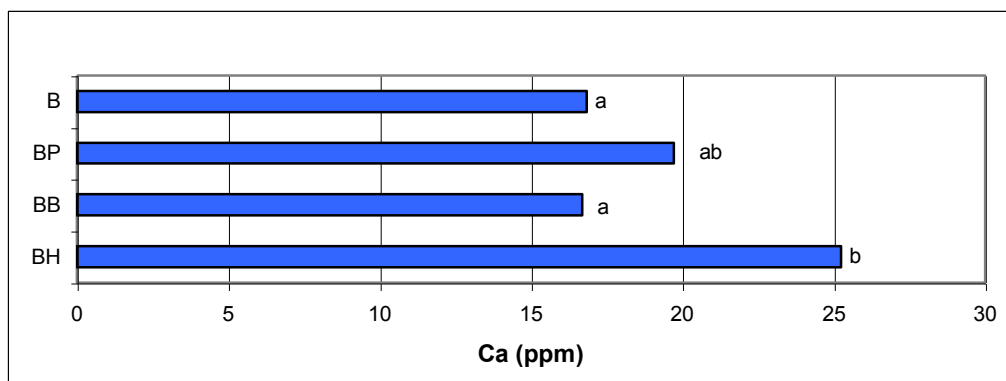


Διάγραμμα 12: Περιεκτικότητα σε μέταλλα των καρπών θερμοκηπιακής καλλιέργειας (σε 1 gr ξηρού βάρους)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα XI του παραρτήματος II

Αντίθετα όσον αφορά στην περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε Ca (ppm) οι αναλύσεις έδειξαν ότι η περιεκτικότητα των καρπών του εμβολιασμού BH διαφέρει στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με αυτή των καρπών του εμβολιασμού BB και του μάρτυρα B. Ενώ δεν διαφέρει σημαντικά η περιεκτικότητα των καρπών σε Ca του εμβολιασμού BH από τους καρπούς του BP. Η μεγαλύτερη τιμή της περιεκτικότητας σε Ca βρέθηκε στους καρπούς του BH και μικρότερη σε αυτούς των B και BB.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η πρόσληψη του Ca συσχετίζεται σημαντικά με την πρόσληψη του νερού και ότι η κατάσταση του Ca τόσο στα φυτά όσο και στους καρπούς καθορίζεται αρχικά από τη συγκέντρωση Ca στις ρίζες. Άρα μια πιθανή εξήγηση της μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε Ca των καρπών του εμβολιασμού BH είναι ότι το ριζικό σύστημα του υποκειμένου HEMAN μπορεί να αξιοποιήσει καλύτερα το νερό της άρδευσης με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πρόσληψη του Ca.

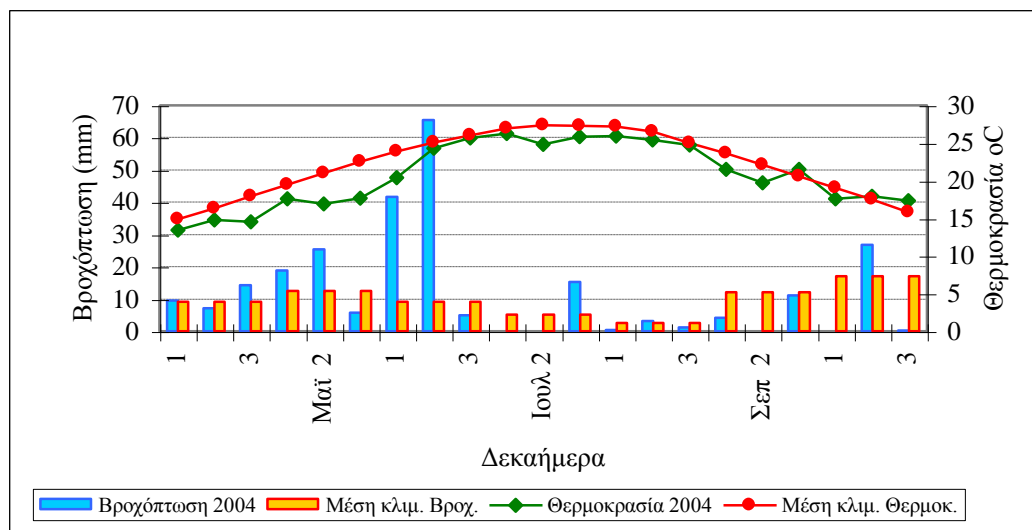


Διάγραμμα 13: Περιεκτικότητα σε Ca καρπών θερμοκηπιακής καλλιέργειας (σε 1 gr ξηρού βάρους)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα XI του παραρτήματος II

3.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

Από τον μετεωρολογικό κλωβό του Εργαστηρίου Γεωργίας στο Βελεστίνο, που βρίσκεται αρκετά κοντά στον πειραματικό αγρό ελήφθησαν μετεωρολογικά δεδομένα που αναφέρονται στην θερμοκρασία και στις βροχοπτώσεις. Στο παρακάτω κλιμογράφημα (Διάγραμμα 14) παρουσιάζονται η μέση θερμοκρασία και η βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της περιόδου 2004.



Διάγραμμα 14: Μέση θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ανά 10ήμερο για το διάστημα Απριλίου-Οκτωβρίου 2004, στο Βελεστίνο

3.2.1 Ύψος φυτών

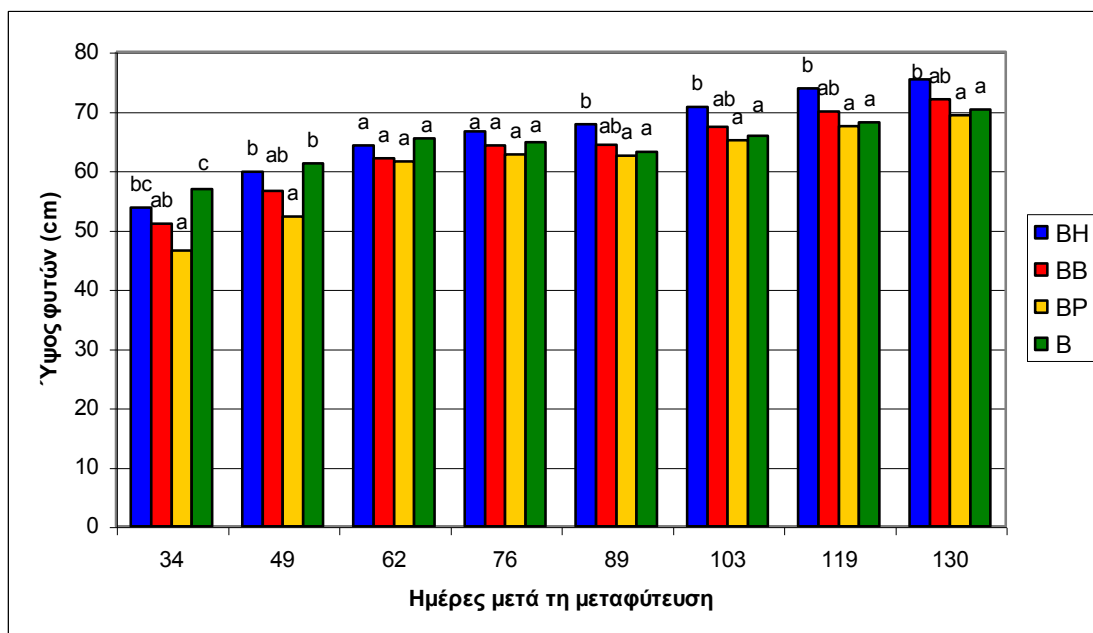
Το ύψος των φυτών για την υπαίθρια καλλιέργεια μετρήθηκε 8 φορές – συγκεκριμένα στις 34, 49, 62, 76, 89, 103, 119 και 130 ημέρες μετά τη μεταφύτευση (DAT). Οι μέσοι όροι του ύψους ανά φυτό για κάθε μεταχείριση παρουσιάζονται στο *Διάγραμμα 15*.

Στις 34 DAT ο μάρτυρας B διαφέρει στατιστικώς σημαντικά όσον αφορά στο ύψος των φυτών έχοντας το μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τους τρεις τύπους εμβολιασμού. Η καθυστέρηση αυτή στην βλαστική ανάπτυξη των εμβολιασμένων φυτών μπορεί να εξηγηθεί με την καταπόνηση που προκαλεί η διαδικασία του εμβολιασμού. Επιπλέον, στις 34 DAT το ύψος των φυτών του εμβολιασμού BP διαφέρει στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με αυτό των φυτών BH και βέβαια με τον μάρτυρα B παρουσιάζοντας καθυστερημένη βλαστική ανάπτυξη.

Στις 49 DAT παρατηρούμε τον μάρτυρα B να συνεχίζει να έχει το μεγαλύτερο ύψος φυτών διαφέροντας όμως τώρα στατιστικώς σημαντικά μόνο από τα φυτά του εμβολιασμού BP, αφού τόσο τα φυτά του εμβολιασμού BH όσο και του BB πλησιάζουν στην βλαστική του ανάπτυξη.

Στη συνέχεια στις 62 και 76 DAT οι τρεις εμβολιασμοί και ο μάρτυρας όσον αφορά στο ύψος των φυτών δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Στην χρονική περίοδο αυτή παρατηρούμε ότι τα εμβολιασμένα φυτά επιτάχυναν την βλαστική τους ανάπτυξη και πλησίασαν σε ύψος τον μάρτυρα.

Από τις 89 έως και τις 130 DAT τα φυτά του εμβολιασμού BH έχουν το μεγαλύτερο ύψος και αυτό διαφέρει στατιστικώς σημαντικά με το ύψος των φυτών των BP και B. Τελικά, παρατηρούμε ότι τα εμβολιασμένα φυτά επιτάχυναν την βλαστική τους ανάπτυξη σε σχέση με τον μάρτυρα B όποτε και καταλήγουν να έχουν μεγαλύτερα ύψη.



Διάγραμμα 15: Μέσο ύψος φυτών για την υπαίθρια καλλιέργεια (Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα I του παραρτήματος II

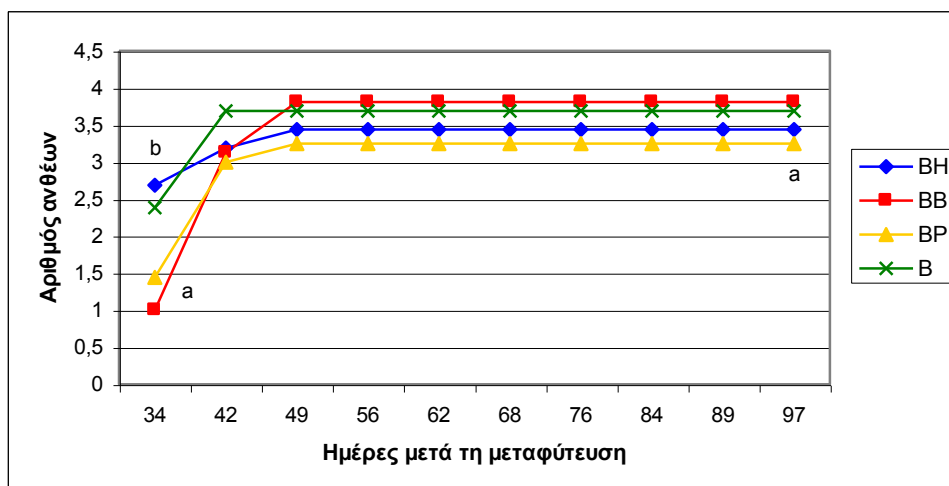
Τέλος, αν λάβουμε υπόψη την μεταβολή του ύψους από τις 119 έως τις 130 DAT, παρατηρούμε ότι τα φυτά των εμβολιασμών BH και BB έχουν μεγαλύτερο ύψος σε σχέση με τα αυτόριζα B κατά 7,1% και 2,4% αντίστοιχα. Αντίθετα, τα φυτά του εμβολιασμού BP παρουσίασαν μικρότερο ύψος κατά 1,4% σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα B.

3.2.2 Άνθηση

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 10 μετρήσεις, από τις 34 ως τις 97 ημέρες μετά τη μεταφύτευση, με σκοπό να μελετηθεί ο αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης των 5 πρώτων ταξιανθιών για τους τρεις τύπους εμβολιασμού και τον μάρτυρα στην υπαίθρια καλλιέργεια.

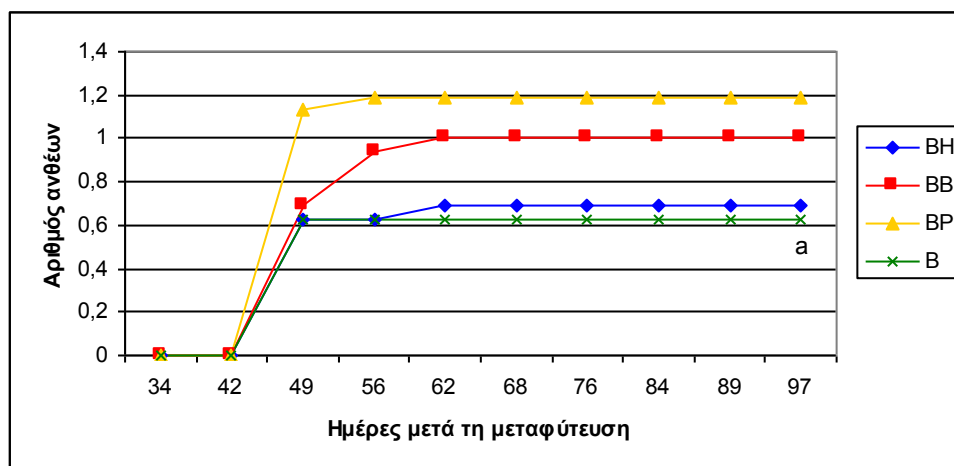
Από το Διάγραμμα 16, στο οποίο παρουσιάζεται ο αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης της 1^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό, φαίνεται ότι τα φυτά του εμβολιασμού BH και του μάρτυρα B εμφάνισαν την πρώτη τους ταξιανθία νωρίτερα από τα φυτά των εμβολιασμών BB και BP, αφού στις 34 DAT έχουν μεγαλύτερο αριθμό ανθέων ανά φυτό. Την χρονική στιγμή αυτή, δηλαδή 34 DAT, τα φυτά του εμβολιασμού BH εμφανίζουν τον

μεγαλύτερο αριθμό ανθέων της 1^{ης} ταξιανθίας διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από τους άλλους δυο εμβολιασμούς. Από τις 42 DAT ως και το τέλος των μετρήσεων ο αριθμός των ανθέων της 1^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 4 μεταχειρίσεις.



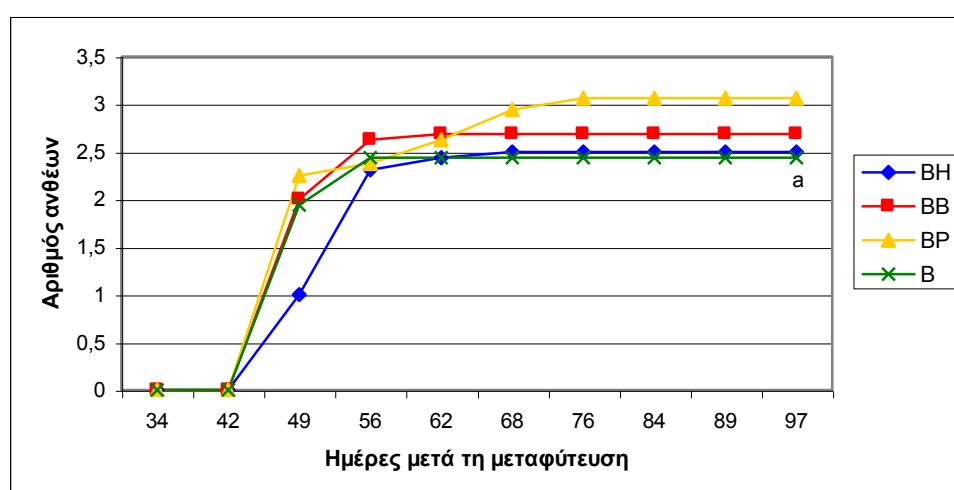
Διάγραμμα 16: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 1^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την υπαίθρια καλλιέργεια
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα III του παραρτήματος II

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 17, όλες οι μεταχειρίσεις εμφανίζουν την 2^η ταξιανθία τους την ίδια χρονική στιγμή, αφού στις 49 DAT ο ρυθμός εμφάνισης της 2^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 4 μεταχειρίσεις. Βέβαια, από την αρχή ως και το τέλος των μετρήσεων, ο αριθμός των ανθέων της 2^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 4 μεταχειρίσεις. Τελικά, στις 97 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων αθροιστικά φαίνεται να έχουν τα εμβολιασμένα φυτά BP και BB, χωρίς όμως να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



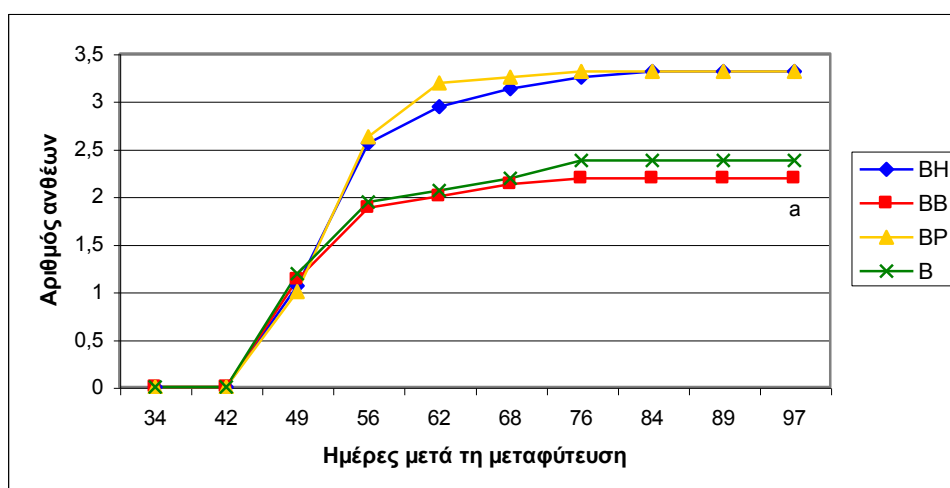
Διάγραμμα 17: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 2^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την υπαίθρια καλλιέργεια
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα III του παραρτήματος II

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 18, τόσο τα εμβολιασμένα φυτά όσο και ο αυτόριζος μάρτυρας B εμφανίζουν την 3^η ταξιανθία τους την ίδια χρονική στιγμή, στις 49 DAT. Παράλληλα, από την αρχή ως και το τέλος των μετρήσεων ο αριθμός των ανθέων της 3^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις. Τελικά, στις 97 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων αθροιστικά φαίνεται να έχουν τα εμβολιασμένα φυτά BP χωρίς να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



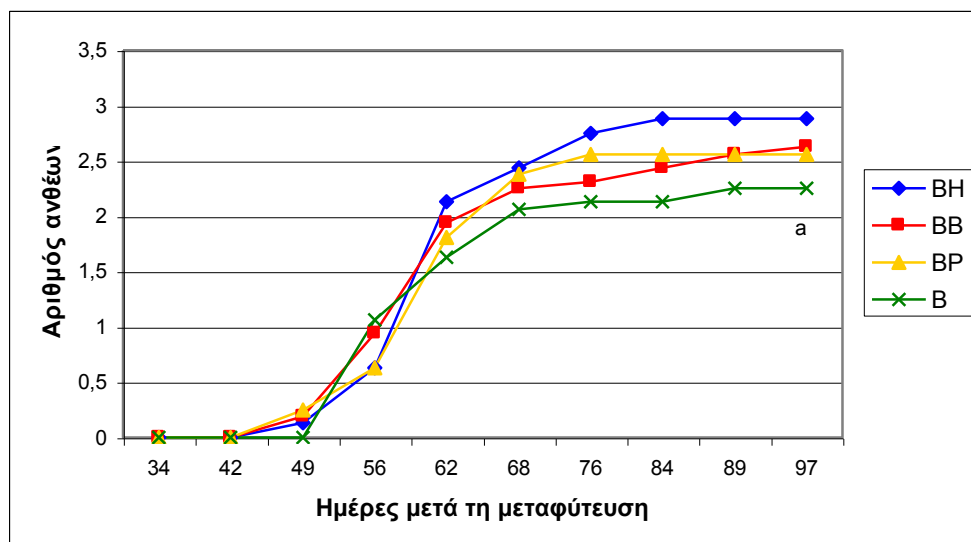
Διάγραμμα 18: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 3^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την υπαίθρια καλλιέργεια
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα III του παραρτήματος II

Όπως φαίνεται στο *Διάγραμμα 19*, τόσο τα εμβολιασμένα φυτά όσο και ο αυτόριζος μάρτυρας εμφανίζουν την 4^η ταξιανθία τους την ίδια χρονική στιγμή. Παράλληλα, από την αρχή ως και το τέλος των μετρήσεων ο αριθμός των ανθέων της 4^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις. Όμως, τα αυτόριζα φυτά φαίνεται να εμφανίζουν αθροιστικά τον μικρότερο αριθμό ανθέων της 4^{ης} ταξιανθίας στις τελευταίες πέντε μετρήσεις. Τελικά, στις 97 DAT τον μεγαλύτερο αθροιστικά αριθμό ανθέων φαίνεται να έχουν τα εμβολιασμένα φυτά BP και BH, χωρίς όμως να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 19: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 4^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την υπαίθρια καλλιέργεια
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα III του παραρτήματος II

Όπως φαίνεται στο *Διάγραμμα 20*, τα αυτόριζα φυτά B εμφανίζουν την 5^η ταξιανθία τους αργότερα στις 56 DAT, ενώ τα εμβολιασμένα φυτά στις 49 DAT. Βέβαια, από την αρχή ως και το τέλος των μετρήσεων ο αριθμός ανθέων της 5^{ης} ταξιανθίας δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις. Τελικά, στις 97 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων αθροιστικά φαίνεται να έχουν τα εμβολιασμένα φυτά BH, χωρίς όμως να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 20: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων της 5^{ης} ταξιανθίας ανά φυτό για την υπαίθρια καλλιέργεια

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα III του παραρτήματος II

3.2.3 Νωπό και ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται το νωπό και ξηρό βάρος κάθε υπέργειου φυτικού τμήματος αλλά και ολόκληρου του υπέργειου τμήματος κάθε μεταχείρισης στις 121 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών τομάτας στην ύπαιθρο.

Από τα στοιχεία που παρουσιάζονται προκύπτει ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων τόσο στο νωπό όσο και στο ξηρό βάρος των βλαστών, φύλλων, ανθέων και ανώριμων καρπών. Για το νωπό και ξηρό βάρος των ώριμων καρπών και για το νωπό βάρος των ανθέων δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση λόγω του μικρού δείγματος.

Πίνακας 11: Κατανομή νωπού και ξηρού βάρους στο υπέργειο τμήμα των φυτών τομάτας σε υπαίθρια καλλιέργειας (121 DAT)

		BH	BB	BP	B
Βλαστοί	N.B. (gr)	185a	208,33a	175a	163,75a
	Ξ.B (gr)	26,73a	31,9a	25,65a	25,7a
Φύλλα	N.B. (gr)	351,25a	310a	300a	312,5a
	Ξ.B. (gr)	33,34a	30,27a	27,82a	31,55a
Ανθη	N.B. (gr)	5a	5a	5a	5a
	Ξ.B. (gr)	0,73a	0,73a	0,38a	0,95a
Ανώριμοι καρποί	N.B. (gr)	1507,5a	2380a	1585a	1507,5a
	Ξ.B. (gr)	22,45a	28,88a	21,27a	21,62a
Ώριμοι καρποί	N.B. (gr)	447,5*	460*	288,33*	232,5*
	Ξ.B. (gr)	10,91*	10,7*	5,82*	4,8*
Ύψος φυτού (cm)		74a	71,33a	69,25a	65,25a

Όπου: N.B. Νωπό βάρος και Ξ.B. Ξηρό βάρος

*Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση λόγω του μικρού δείγματος.

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)

Δεδομένα στον πίνακα IV του παραρτήματος II

Από τα ποσοστά του νωπού βάρους των φυτικών τμημάτων των τριών εμβολιασμών και του μάρτυρα σε σχέση με το ολικό νωπό βάρος παρατηρήθηκε ότι στις 121 ημέρες μετά τη μεταφύτευση ο BH είχε το μεγαλύτερο ποσοστό ώριμων καρπών. Το παραπάνω γεγονός αποδεικνύει ότι ο εμβολιασμός BH οψιμίζει την παραγωγή αφού στο στάδιο αυτό η καλλιέργεια βρίσκεται κατά την όψιμη περίοδό της. Από την άλλη πλευρά ο μάρτυρας έχει το μικρότερο ποσοστό ώριμων καρπών που στην προκειμένη περίπτωση συμβαίνει λόγω της πρωιμότητας που παρουσιάζει γενικά ο B. Τέλος, όσον αφορά στο ποσοστό των βλαστών, των φύλλων και των ανθέων δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων.

Παράλληλα παρατηρώντας τα ποσοστά του ξηρού βάρους των φυτικών τμημάτων των τριών εμβολιασμών και του μάρτυρα σε σχέση με το ολικό ξηρό βάρος παρατηρήθηκε ότι στις 121 ημέρες μετά τη μεταφύτευση ότι ο μάρτυρας B και ο εμβολιασμός BP παρουσιάζουν το μικρότερο ποσοστό σε ώριμους καρπούς. Τέλος για τα άλλα φυτικά τμήματα οι διαφορές δεν είναι μεγάλες ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις.

Πίνακας 12: Ποσοστά νωπού και ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών της υπαίθριας καλλιέργειας στις 121 DAT

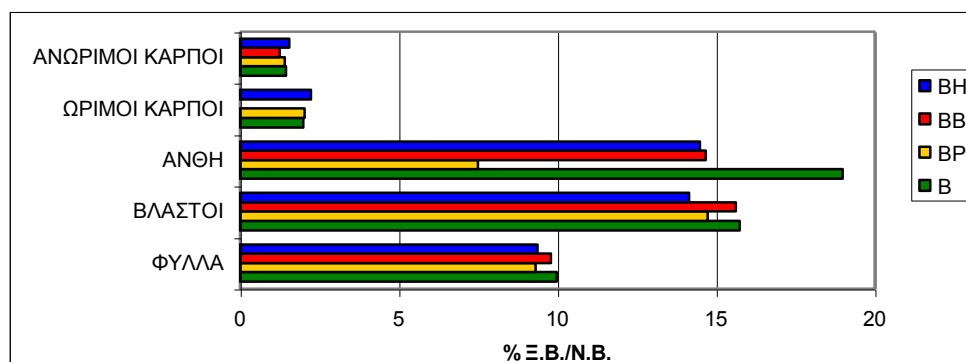
	BH		BB		BP		B	
	N.B. (%)	Ξ.Β. (%)	N.B. (%)	Ξ.Β. (%)	N.B. (%)	Ξ.Β. (%)	N.B. (%)	Ξ.Β. (%)
Βλαστοί	7	28	6	31	7	32	7	30
Φύλλα	14	35	10	31	13	35	14	37
Άνθη	0	1	0	1	0	0	0	1
Αν. Καρποί	61	24	68	25	68	26	69	26
Ωρ. Καρποί	18	12	16	12	12	7	10	6

Στον Πίνακα 13 και στο Διάγραμμα 21, παρατηρούμε ότι οι λόγοι του ολικού ξηρού βάρους προς το ολικό νωπό βάρος αλλά και οι αντίστοιχοι λόγοι των φυτικών τμημάτων είναι στα ίδια επίπεδα. Γεγονός που υποδηλώνει ότι ο καταμερισμός της ξηρής ουσίας στα διάφορα φυτικά τμήματα είναι παρόμοιος. Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών τύπων εμβολιασμού και του μάρτυρα όσον αφορά στο ολικό ξηρό και νωπό βάρος αλλά και στον λόγο ξηρού-νωπού βάρους.

Πίνακας 13: Ολικό ξηρό και νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών της υπαίθριας καλλιέργειας στις 121 DAT

	BH		BB		BP		B	
	Ξ.Β. (gr)		Ξ.Β. (gr)		Ξ.Β. (gr)		Ξ.Β. (gr)	
Ολικό	88,44a		81,98a		79,48a		80,89a	
	2272,5a		2472,5a		2281,25a		2105,0a	
Ξ.Β./N.B.%	4,38a		3,81a		3,57a		3,9a	

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα IV του παραρτήματος II



Διάγραμμα 21: Λόγος Ξ.Β. προς N.B. των διάφορων φυτικών τμημάτων φυτών της υπαίθριας καλλιέργειας στις 121 DAT

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα V του παραρτήματος II

3.2.4 Συνολική φυλλική επιφάνεια

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 14, η φυλλική επιφάνεια 121 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών στην υπαίθρο και για τις τέσσερις μεταχειρίσεις δεν παρουσιάζει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Βέβαια την μεγαλύτερη τιμή έχουν τα φυτά του εμβολιασμού BH, αλλά χωρίς να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από την τιμή της στα άλλα είδη εμβολιασμού και στο αυτορίζο.

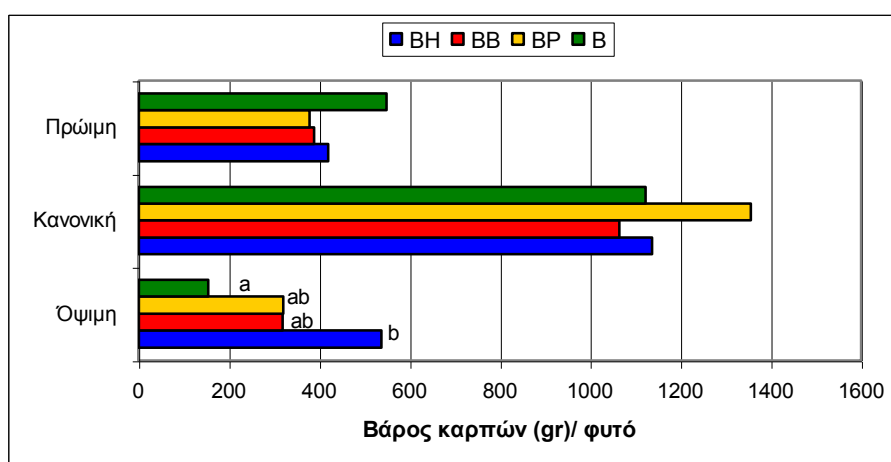
Πίνακας 14: Συνολική φυλλική επιφάνεια των φυτών υπαίθριας καλλιέργειας στις 121 DAT

	BH	BB	BP	B
Φυλλική Επιφάνεια (cm ²)	4948,96a	3996,98a	4087,76a	4296,51a

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα VI του παραρτήματος II

3.2.4 Παραγωγικότητα

Έχοντας ορίσει ως πρώιμη περίοδο παραγωγής καρπών τις 0-84 DAT, ως κανονική τις 85-121 DAT και ως όψιμη τις 122-130 DAT έγινε ο υπολογισμός της παραγωγικότητας του κάθε τύπου εμβολιασμού και του μάρτυρα για κάθε μια από αυτές τις τρεις περιόδους.



Διάγραμμα 22: Παραγωγικότητα ανά φυτό ανά περίοδο συγκομιδής για την υπαίθρια καλλιέργεια

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα VIII του παραρτήματος II

Κατά την πρόωμη περίοδο συγκομιδής τα αυτόριζα φυτά Β παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγή σε καρπούς σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά, χωρίς όμως να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα η παραγωγή των αυτόριζων είναι μεγαλύτερη κατά 23,4%, 29,3% και 31% σε σχέση με τα φυτά των εμβολιασμών ΒΗ, ΒΒ και ΒΡ αντίστοιχα.

Κατά την κανονική περίοδο συγκομιδής τα φυτά των εμβολιασμών ΒΗ και ΒΡ έχουν μεγαλύτερη παραγωγή κατά 1,3% και 20,7% αντίστοιχα σε σχέση με το αυτόριζο Β, χωρίς όμως να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, τα φυτά του εμβολιασμού ΒΒ συνεχίζουν να παρουσιάζουν μικρότερη παραγωγή καρπών σε σχέση με τον μάρτυρα Β, κατά 5,2%.

Κατά την όψιμη περίοδο συγκομιδής τα φυτά και των τριών εμβολιασμών παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγικότητα σε σχέση με τα αυτόριζα. Πιο συγκεκριμένα τα φυτά των εμβολιασμών ΒΗ, ΒΒ και ΒΡ πλεονεκτούν σε παραγωγή καρπών κατά 246,9%, 105,7% και 107,3% αντίστοιχα σε σχέση με τον μάρτυρα Β. Ακόμα, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η παραγωγικότητα των φυτών του εμβολιασμού ΒΗ κατά την όψιμη περίοδο διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από αυτή των αυτόριζων φυτών Β.

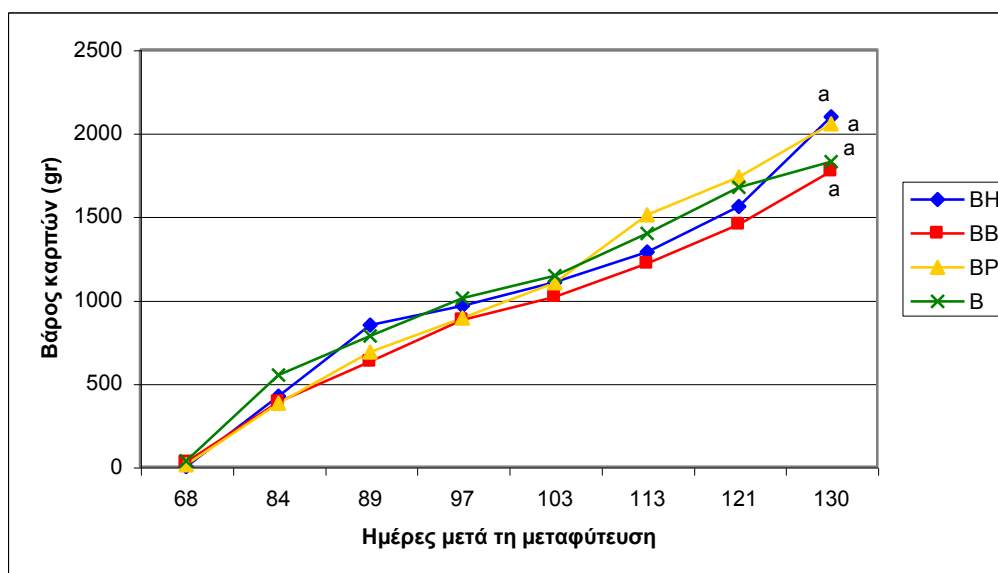
Τέλος από το *Διάγραμμα 23*, προκύπτει ότι και οι τέσσερις μεταχειρίσεις του πειράματος παρήγαγαν την μεγαλύτερη ποσότητα καρπών ανά φυτό κατά την κανονική περίοδο συγκομιδής.

Η πρώτη συγκομιδή καρπών πραγματοποιήθηκε 68 ημέρες μετά τη μεταφύτευση των φυτών στην υπαίθρο και για τις τέσσερις μεταχειρίσεις των φυτών τομάτας του πειράματος. Έτσι, πραγματοποιήθηκαν 8 συγκομιδές μέχρι και 130 DAT, άρα η συνολική διάρκεια συγκομιδής των καρπών τομάτας ήταν 62 ημέρες.

Από την 1^η συγκομιδή (68 DAT) ως και την τελευταία (130 DAT) η παραγωγικότητα μεταξύ των φυτών τόσο των εμβολιασμένων όσο και των αυτόριζων δεν διαφέρει στατιστικώς σημαντικά, αν και παρατηρήθηκαν μερικές αυξομειώσεις. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι κατά τον Ιούνιο στην υπαίθρια καλλιέργεια παρατηρήθηκε προσβολή από τις

ασθένειες Stolbur και γιγαντοφθαλμία (Big bud) της τομάτας, χωρίς όμως να χρησιμοποιηθεί κάποιο σκεύασμα για την αντιμετώπιση τους, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής της καλλιέργειας.

Βέβαια, αν λάβουμε υπόψη την αθροιστική παραγωγικότητα από τις 68 DAT ως τις 130 DAT, παρατηρούμε ότι τα φυτά του εμβολιασμού BH και BP έχουν μεγαλύτερη παραγωγή καρπών σε σχέση με τα αυτόριζα B κατά 13,6% και 10,3% αντίστοιχα, χωρίς να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Αντίθετα, τα φυτά του εμβολιασμού BB παρουσίασαν μικρότερη παραγωγή κατά 3% σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα B.



Διάγραμμα 23: Αθροιστική παραγωγικότητα ανά φυτό ανά συγκομιδή για την υπαίθρια καλλιέργεια

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα VIII του παραρτήματος II

3.2.4.1 Βάρος καρπών

Το βάρος ανά καρπό τομάτας καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο κυμάνθηκε από πολύ λίγα γραμμάρια ως και 500gr, άρα το μεγαλύτερο ποσοστό των καρπών ήταν εμπορεύσιμοι δηλαδή ζύγιζαν από 51-500 gr. Πιο συγκεκριμένα το ποσοστό αυτό για τον μάρτυρα B ήταν 99% και για τους εμβολιασμούς BH, BB και BP 97%, 95% και 99% αντίστοιχα.

Οι εμπορεύσιμοι καρποί τομάτας (Πίνακα 15) κατανέμονται ανάλογα με το βάρος τους και έχει προσδιοριστεί το ποσοστό της κάθε κατηγορίας σε σχέση με το σύνολο των εμπορεύσιμων καρπών. Τα μεγαλύτερα ποσοστά καρπών για τους εμβολιασμούς BB και BP και για τον μάρτυρα B απαντώνται στην κατηγορία 151-200gr, με μικρές διαφορές όμως από τις γειτονικές κατηγορίες των 101-150gr και 201-250gr. Επιπλέον, οι περισσότεροι καρποί του εμβολιασμού BH κατανέμονται ισόποσα σε δυο κατηγορίες αυτές των 151-200gr και 201-250gr. Γενικά, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στην υπαίθρια καλλιέργεια όλοι οι εμβολιασμοί και ο μάρτυρας παράγουν καρπούς του ίδιου περίπου βάρους.

Πίνακας 15: Κατάταξη εμπορεύσιμων καρπών της υπαίθριας καλλιέργειας ανάλογα με το βάρος τους

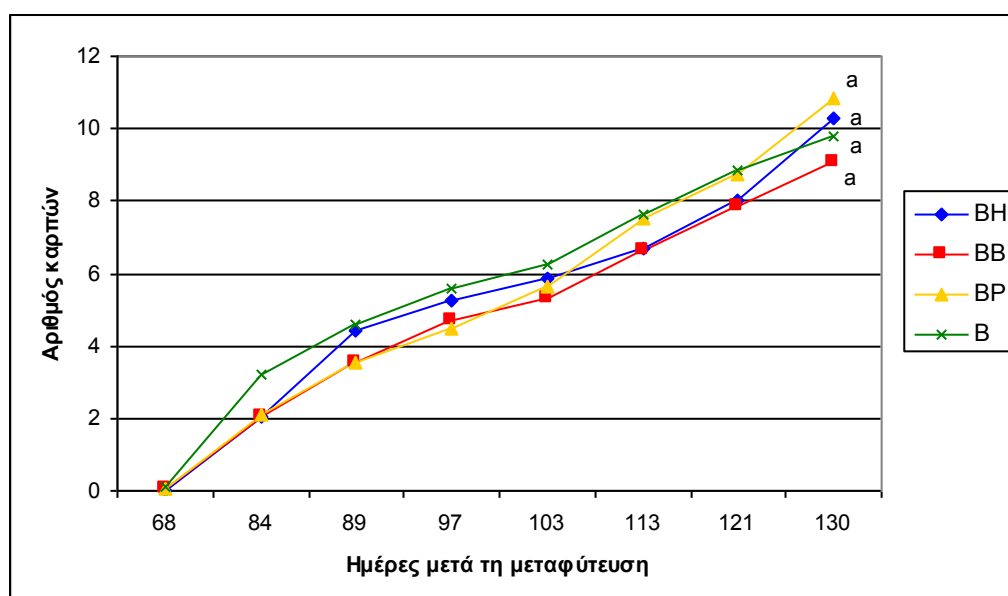
Κατηγορία καρπών (gr)	BH		BB		BP		B	
	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)	Αριθμός καρπών	Ποσοστό (%)
51-100	15	9	19	13	15	9	21	14
101-150	27	17	33	22	26	15	36	24
151-200	36	22	40	28	43	23	40	27
201-250	36	23	34	23	41	23	27	18
251-300	16	10	11	7	26	15	12	8
301-350	18	11	6	4	15	9	8	5
351-400	9	6	3	2	6	3	4	3
401-450	1	1	2	1	3	2	1	1
451-500	1	1	0	0	1	1	0	0
Σύνολο	159	100	148	100	176	100	149	100

3.2.4.2 Αριθμός καρπών

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων εκτός από το βάρος των καρπών που συγκομίζονταν πραγματοποιούνταν και καταμέτρηση του αριθμού των καρπών για κάθε φυτό.

Τα αποτελέσματα φαίνονται στο Διάγραμμα 24, οπότε και παρατηρούμε ότι ο αθροιστικός ρυθμός παραγωγής καρπών καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων δεν παρουσίασε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά τόσο για τα φυτά των εμβολιασμών όσο και για τα αυτορίζα φυτά. Τελικά, στις 130 DAT τον μεγαλύτερο αριθμό καρπών αθροιστικά

φαίνεται να έδωσαν τα φυτά του εμβολιασμού BP, χωρίς όμως να υπάρχει καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 24: Αθροιστικός ρυθμός παραγωγής καρπών ανά φυτό ανά συγκομιδή για την υπαίθρια καλλιέργεια
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα Χ του παραρτήματος II

3.2.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών

Οι καρποί των διάφορων μεταχειρίσεων εξετάστηκαν για τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά, δηλαδή πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τα pH, BRIX (%), οξύτητα (%κιτρικό οξύ), λυκοπίνιο, αντίσταση της σάρκας στην πίεση και περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία.

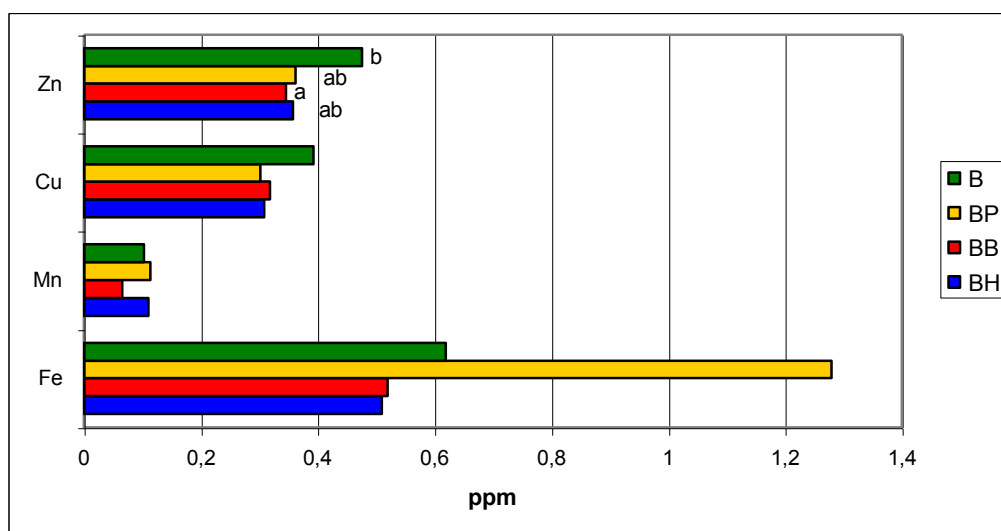
Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 16 δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά για τους παράγοντες pH, BRIX (%), λυκοπίνιο και αντίσταση της σάρκας στην πίεση ανάμεσα στους διάφορους εμβολιασμούς και στον μάρτυρα. Αντίθετα, όσον αφορά στην επί τις εκατό περιεκτικότητα των καρπών σε κιτρικό οξύ οι καρποί των εμβολιασμένων φυτών BH εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά από την περιεκτικότητα των καρπών τόσο των εμβολιασμένων φυτών BB όσο και των αυτόριζων B.

Πίνακας 16: pH, BRIX (%), οξύτητα (%κιτρικό οξύ), λυκοπίνιο, αντίσταση της σάρκας στην πίεση καρπών υπαίθριας καλλιέργειας

	BH	BB	BP	B
pH	4,41a	4,3a	4,33a	4,34a
BRIX (%)	4,04a	3,15a	3,92a	3,68a
Οξύτητα (%κιτρικό οξύ)	0,35b	0,25a	0,28ab	0,25a
Λυκοπίνιο (mg/100g NB)	6,0a	6,63a	4,86a	4,37a
Αντίσταση σάρκας (Kg)	2,28a	2,1a	2,15a	2,37a

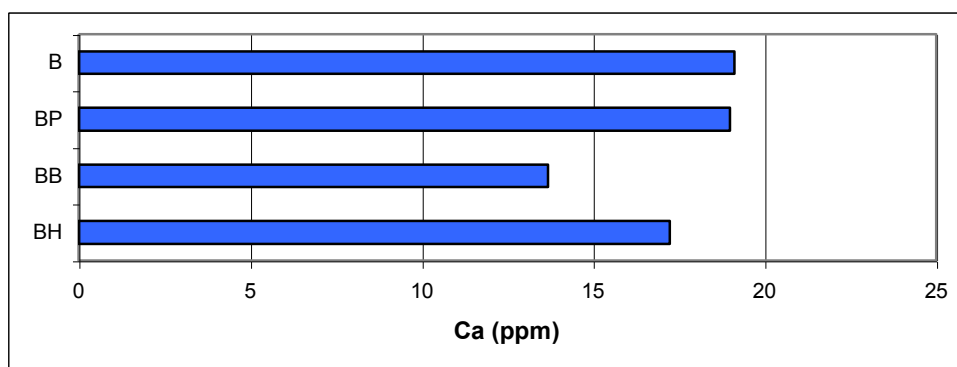
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα XI του παραρτήματος II

Όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε ppm των καρπών στα ανόργανα στοιχεία Fe, Mn, Cu και Ca δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στα διάφορα είδη εμβολιασμού και στον μάρτυρα. Αντίθετα, όσον αφορά στην περιεκτικότητα των καρπών σε Zn αποδείχθηκε ότι οι καρποί των αυτόριζων φυτών B εμφανίζουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά σε σχέση με τα εμβολιασμένα φυτά BB.



Διάγραμμα 25: Περιεκτικότητα σε μέταλλα των καρπών υπαίθριας καλλιέργειας (σε 1 gr ξηρού βάρους)

(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα XI του παραρτήματος II



Διάγραμμα 26: Περιεκτικότητα σε Ca καρπών υπαίθριας καλλιέργειας
(σε 1 gr ξηρού βάρους)
(Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε
επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN)
Δεδομένα στον πίνακα XI του παραρτήματος II

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε καλλιέργεια τομάτας (*Lycopersicum esculentum*), τόσο σε συνθήκες θερμοκηπίου όσο και υπαίθρου, μελετήθηκε η επίδραση του εμβολιασμού σε αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν υβρίδια F1 τομάτας της ποικιλίας BIG RED σε τέσσερις συνδυασμούς: αυτόριζα (μάρτυρας), εμβολιασμένα πάνω σε υποκείμενα των ποικιλιών τομάτας HEMAN και PRIMavera και εμβολιασμένα πάνω σε φυτά τομάτας της ίδιας ποικιλίας BIG RED.

Στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια, κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης το υποκείμενο PRIMavera προκάλεσε αύξηση στο ύψος των φυτών τομάτας. Όμως με την πάροδο του χρόνου τόσο τα εμβολιασμένα όσο και τα αυτόριζα φυτά κατέληξαν να έχουν παρόμοιο ύψος. Στην υπαίθρια καλλιέργεια αρχικά τα αυτόριζα φυτά B παρουσίασαν την μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη, πιθανόν εξαιτίας της έλλειψης της καταπόνησης της διαδικασίας του εμβολιασμού. Βέβαια, στην συνέχεια γρήγορα τα εμβολιασμένα φυτά BH κατέληξαν να έχουν μεγαλύτερο ύψος διαφέροντας αρκετά τόσο από τα εμβολιασμένα BB όσο και από τα αυτόριζα B, γεγονός που υποδηλώνει ότι το ριζικό σύστημα της BIG RED δεν είναι αρκετά ζωηρό.

Παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά στην βλαστική ανάπτυξη αναφέρονται από τους Lee (1994) και Ιωαννου et al. (2002), κατά τους οποίους τα εμβολιασμένα φυτά είναι υψηλότερα και ζωηρότερα σε σχέση με τα αυτόριζα. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά και ο μεγαλύτερος σε διάμετρο κεντρικός βλαστός των εμβολιασμένων φυτών οφείλεται στα ζωηρά ριζικά συστήματα των υποκειμένων (Lee, 1994). Από την άλλη πλευρά αναφέρεται και η άποψη ότι η βλαστική ανάπτυξη φυτών τομάτας μειώθηκε όταν χρησιμοποιήθηκαν ως υποκείμενα τα είδη *Datura patula* (Kramer, 1957), *Solanum sodomaeum*, *S. auriculatum* (Shackleton, 1965) και *S. melongena* (Abdelhaffez et al., 1975). Επίσης, κάποια υποκείμενα τομάτας μείωσαν την ανάπτυξη φυτών μελιτζάνας (Topoleski et al., 1963).

Στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια, η διαδικασία της άνθησης και για τις 5 πρώτες ταξιανθίες άρχισε γρηγορότερα για τα αυτόριζα φυτά Β, γεγονός που δηλώνει ότι η διαδικασία του εμβολιασμού καθυστερεί την άνθηση λόγω της καταπόνησης που προκαλεί. Όσον αφορά στην 2^η και 4^η ταξιανθία τα εμβολιασμένα φυτά ΒΗ παρουσιάζουν τον μεγαλύτερο αριθμό ανθέων σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Αντίθετα για τις υπόλοιπες ταξιανθίες ο αριθμός ανθέων που εμφανίστηκαν τελικά δεν διέφερε για τις τέσσερις μεταχειρίσεις. Στην υπαίθρια καλλιέργεια, στα αυτόριζα φυτά Β η 1^η ταξιανθία εμφανίστηκε νωρίτερα ενώ η 5^η αργότερα σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις. Αντίθετα οι υπόλοιπες ταξιανθίες εμφανίζονται ταυτόχρονα για όλες τις μεταχειρίσεις. Γενικά, ο εμβολιασμός δεν επηρέασε τον αριθμό των ανθέων που αθροιστικά εμφανίστηκαν σε όλες τις ταξιανθίες.

Η βιβλιογραφία αναφέρει ότι ο εμβολιασμός της γλυκοπατάτας σε υποκείμενο *Ipomoea carnea ssp. fistulosa* αύξησε τον αριθμό των ανθέων με διαφορετικές όμως ανταποκρίσεις στους βιορυθμιστές (Lardizabal and Thompson; 1988, 1990).

Το νωπό και ξηρό βάρος τόσο ολόκληρου του υπέργειου τμήματος του φυτού όσο και των διάφορων φυτικών τμημάτων (βλαστοί, φύλλα, άνθη και καρποί) φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από τον τύπο του εμβολιασμού αφού δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις τόσο στην θερμοκηπιακή όσο και στην υπαίθρια καλλιέργεια.

Βέβαια, οι Shimada et al. (1977) αναφέρουν ότι φυτά αγγουριού εμβολιασμένα σε κολοκύθι είχαν μεγαλύτερο ξηρό βάρος από ότι τα αυτόριζα φυτά αγγουριού. Επιπλέον, οι Romano et al. (2001) αναφέρουν ότι κατά τον εμβολιασμό της ποικιλίας τομάτας Rita στο υποκείμενο Beaufort το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος ήταν μεγαλύτερο από τα αυτόριζα φυτά.

Παράλληλα, τόσο στην θερμοκηπιακή όσο και στην υπαίθρια καλλιέργεια η φυλλική επιφάνεια δεν επηρεάστηκε από τον εμβολιασμό. Βέβαια, την μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζουν τα φυτά του εμβολιασμού ΒΗ, χωρίς όμως να διαφέρουν σημαντικά.

Οι Pulgar et al. (1998) παρατήρησαν αυξημένη παραγωγή φυλλώματος στα εμβολιασμένα φυτά, γεγονός που το απέδωσαν στην αυξημένη πρόσληψη του νερού και των θρεπτικών στοιχείων, αυξάνοντας έτσι τις διαφορές στη συγκέντρωση των φύλλων σε σχέση με τα φύλλα των αυτόριζων φυτών.

Στην καλλιέργεια του θερμοκηπίου και στην υπαίθρο, τα αυτόριζα φυτά τομάτας Β παρουσιάζουν κατά την πρώιμη περίοδο την μεγαλύτερη παραγωγικότητα και κατά την όψιμη την μικρότερη παραγωγικότητα. Η καλλιέργεια στο θερμοκηπίου, κατά την κανονική και την όψιμη περίοδο έδειξε ότι τα εμβολιασμένα φυτά ΒΗ είχαν συνολικά την μεγαλύτερη παραγωγή καρπών, αν και ήταν μικρότερου μεγέθους ενώ υπερτερούσαν σε αριθμό. Για την υπαίθρια καλλιέργεια, τα αποτελέσματα που αφορούν στην παραγωγικότητα δεν είναι πολύ αξιόπιστα εξαιτίας της προσβολής των φυτών από τις ασθένειες Stolbur και γιγαντοφθαλμία (Big bud) που δεν αντιμετωπίστηκαν. Βέβαια, αν λάβουμε υπ' όψη την αθροιστική παραγωγικότητα παρατηρούμε ότι τα φυτά των εμβολιασμών ΒΗ και ΒΡ έχουν μεγαλύτερη παραγωγή σε σχέση με τα αυτόριζα, γεγονός που εξηγείται και με τον μεγαλύτερο αριθμό καρπών που παράγουν αυτά.

Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τους Τσουβαλιτζή κ.ά. (2003), κατά τους οποίους ο εμβολιασμός του υβριδίου τομάτας Sacos F1 στο υποκείμενο Primavera προκάλεσε αύξηση της παραγωγής ανά φυτό σε σύγκριση με τα αυτόριζα φυτά. Και άλλοι ερευνητές όπως οι White (1963), Leoni et al. (1990), Lee (1994), Oda (1995), Ioannou et al. (2002) και Kacjan-Marsic et al. (2004) αναφέρουν ότι υπάρχει μια αλληλεπίδραση μεταξύ των υποκειμένων και των εμβολίων με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης σε καρπούς σε σχέση με τα αυτόριζα. Η αυξημένη αυτή απόδοση των εμβολιασμένων φυτών αποδίδεται στον μεγαλύτερο αριθμό καρπών ανά φυτό στα εμβολιασμένα

φυτά ως αποτέλεσμα της ζωηρότητας του ριζικού συστήματος του υποκειμένου οπότε και της αυξημένης πρόσληψης νερού και θρεπτικών (Lee, 1994).

Ακόμα, το αποτέλεσμα ότι η διαδικασία του εμβολιασμού δεν βελτιώνει την απόδοση των φυτών φαίνεται να ταυτίζεται με το αποτέλεσμα πειράματος των Romano et al. (2001), κατά το οποίο ο εμβολιασμός πάνω στην ίδια ποικιλία τομάτας Rita δίνει την ίδια απόδοση με τα αυτόριζα.

Βέβαια, το πλεονέκτημα της απόδοσης των εμβολιασμένων φυτών έχει φανεί ότι είναι πιο ξεκάθαρο όταν αυτά αναπτύσσονται σε μολυσμένα (Kacjan-Marsic et al., 2004; Bersi, 2002; Παρούση και Μπλέτσος, 2003) ή σε αλατούχα εδάφη (Estan et al., 2005). Έτσι, από πειράματα που πραγματοποίησαν οι Traka- Mavrona et al. (2000) μελετώντας την επίδραση τριών υποκειμένων (TZ-148, Mamouth και Kalkabaki) στα αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά 4 ποικιλιών πεπονιού (Θράκη, Κόκκινη Μπανάνα, Ρεπλό, Λευκό Αμύνταιου) κατέληξαν ότι δεν υπάρχει ξεκάθαρη αλληλεπίδραση μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση σε απόδοση καρπών.

Μελετώντας τα συστατικά της ποιότητας των καρπών τομάτας τόσο στην θερμοκηπιακή όσο και στην υπαίθρια καλλιέργεια, φαίνεται ότι ο εμβολιασμός δεν επηρεάζει τα pH, BRIX (%), αντίσταση της σάρκας στην πίεση, την περιεκτικότητα στο λυκοπίνιο και στα ιχνοστοιχεία Fe, Cu και Mn, δίνοντας παρόμοια αποτελέσματα για όλες τις μεταχειρίσεις. Αντίθετα, όσον αφορά στην οξύτητα των καρπών, οι καρποί των φυτών του ΒΗ που καλλιεργούνται στην ύπαιθρο έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κιτρικό οξύ σε σχέση με τα αυτόριζα. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε Ca στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς των φυτών του ΒΗ, σε αντίθεση με τους καρπούς των Β και ΒΒ. Τέλος, όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε Zn στους καρπούς της υπαίθριας καλλιέργειας τα αυτόριζα φυτά παρουσίασαν μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τους τρεις τύπους εμβολιασμού.

Συμφωνώντας με τους Leoni et al. (1990), Romano et al. (2001) και Παρούση κ.ά. (2003), η μορφή και η ποιότητα των καρπών δεν επηρεάζονται σημαντικά από τον εμβολιασμό στους περισσότερους εμβολιασμούς που εφαρμόζονται. Ο Bletsos et al. (2003) αναφέρει ότι κατά τον εμβολιασμό της ποικιλίας μελιτζάνας «Τσακώνικη» πάνω σε άγρια ανθεκτικά στην αδρομύκωση υποκείμενα *Solanum torvum* Sw. και *S. sisymbriifolium* Lam. δεν παρατηρήθηκε καμία μεταβολή στην ποιότητα των καρπών.

Αντίθετα, από τα αποτελέσματα των Ioannou et al. (2002) προκύπτει ότι η ποιότητα των καρπών σε δυο πρώιμες ποικιλίες καρπουζιού (Sugar Baby και Pata Negra) που εμβολιαστηκαν πάνω σε πέντε διαφορετικά υποκείμενα (*Lagenaria siceraria* “clavata”, *Cucurbita pepo* “melopepo”, RS 841, Early P και Early M) ήταν κατώτερη από τους καρπούς των μη-εμβολιασμένων φυτών. Ακόμα, οι Τσουβαλιτζής κ.ά. (2003) αναφέρουν ότι κατά τον εμβολιασμό του υποκειμένου Nova στα δυο υβρίδια τομάτας επηρεάστηκαν τα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκε αυτή η επίδραση, αυτά μειώθηκαν με εξαίρεση το λυκοπίνιο και το pH τα οποία αυξήθηκαν.

Ανάλογη μείωση, λόγω του εμβολιασμού, έχει αναφερθεί και από τους Chung et al. (1997) για τα στερεά διαλυτά συστατικά, την ογκομετρούμενη οξύτητα και το ασκορβικό οξύ. Βέβαια, κατά τον εμβολιασμό στο υποκείμενο Primavera αυξήθηκε η περιεκτικότητα σε λυκοπίνιο και το pH των καρπών του υβριδίου τομάτας Sacos F1.

Επιπλέον, ο εμβολιασμός επηρεάζει σημαντικά την περιεκτικότητα των καρπών σε ανόργανα στοιχεία (Τσουβαλιτζής et al., 2003). Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην περιεκτικότητα σε Ca, καθώς η χαμηλή περιεκτικότητα σε Ca στον καρπό (<0,08% του ξηρού βάρους) έχει συσχετιστεί με την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας της «σήψης της κορυφής» (Grierson and Kader, 1986). Έτσι οι Τσουβαλιτζής et al. (2003) αναφέρουν ότι ο εμβολιασμός στο υποκείμενο Primavera μείωσε το Ca των καρπών του υβριδίου τομάτας Sacos F1 σε συγκεντρώσεις οριακές για την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας «σήψη κορυφής».

Οι Traka- Mavrona et al. (2000) αναφέρουν ότι οι παράγοντες που σχετίζονται με την ποιότητα των καρπών μεταφέρονται στο εμβόλιο μέσω του ξυλώματος. Τέλος ο Lee (1994) αναφέρει ότι τα χαρακτηριστικά της ποιότητας των καρπών - όπως το σχήμα του καρπού, το χρώμα της επιδερμίδας, η υφή και το χρώμα της σάρκας του καρπού, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά συστατικά κλπ - επηρεάζονται από το υποκείμενο.

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπ' όψη τόσο την υπάρχουσα βιβλιογραφία όσο και τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας μπορεί να υποστηριχθεί ότι ο εμβολιασμός των φυτών τομάτας σε κατάλληλα υποκείμενα επιδρά θετικά στη καλλιεργητική συμπεριφορά τους, ειδικά σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Συγκεκριμένα με τη χρήση των εμβολιασμένων φυτών αυξάνεται η στρεμματική απόδοση της καλλιέργειας και τελικά το κέρδος των παραγωγών, αν και τα φυτά τέτοιου είδους έχουν μεγαλύτερο κόστος αγοράς.

Για την Ελλάδα που η καλλιέργεια των λαχανικών γίνεται ακόμα με τον παραδοσιακό τρόπο στο μεγαλύτερό της ποσοστό και που οι παραγωγοί δυσκολεύονται στην υιοθέτηση των σύγχρονων καλλιεργητικών πρακτικών, ο εμβολιασμός των λαχανοκομικών ειδών θα μπορούσε να βοηθήσει στη λύση πολλών προβλημάτων. Οπότε λαμβάνοντας υπ' όψη τα πλεονεκτήματα της χρήσης των εμβολιασμένων φυτών θα ήταν σκόπιμη μια στροφή προς αυτή την καλλιεργητική πρακτική. Τέλος, η χρήση της τεχνικής του εμβολιασμού είναι ένα σκαλί που θα οδηγήσει σε πιο εξελιγμένες μορφές καλλιέργειας, όπως η υδροπονία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαρδαβάκης Μ. 1993. Συστηματική Βοτανική. Τόμος Ι. Θεσσαλονίκη. Σελ:175.
- Ντόγρας Κ. 2001. Ειδική Λαχανοκομία Ι, Α μέρος. Θεσσαλονίκη. Σελ:1-39.
- Ολύμπιος Χρ. 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Αθήνα. Εκδόσεις Σταμούλης. Σελ. 25-209.
- Παρούση Γ. και Μπλέτσος Φ. 2003. Επίδραση του εμβολιασμού της καρπουζιάς στην απόδοση και αντιμετώπιση του εδαφογενούς φυτοπαθογόνου *Fusarium sp.* Πρακτικά 21^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Ιωάννινα, 2003, σελ: 146.
- Σφακιωτάκης Ε. 1995. Μετασλλεκτική φυσιολογία και τεχνολογία νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων. Θεσσαλονίκη. Σελ: 64-73.
- Τσουβαλτζής Π.Ι., Σιώμος Α.Σ. και Ντόγρας Κ.Χ. 2003. Η επίδραση του εμβολιασμού στην απόδοση, πρωιμότητα και ποιότητα των καρπών δυο υβριδίων τομάτας. Πρακτικά 21^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρίας Επιστήμης Οπωροκηπευτικών. Ιωάννινα, 2003, σελ: 51-53.
- Abdelhaffez A.T, H. Harssema and K. Verkerk. 1975. Effects of air temperature, soil temperature and soil moisture on growth and development of tomato itself and grafted on its own and eggplant rootstock. Scientia Hort. 3: 65-73.
- Abushita A.A., H.G. Daoood and P.A. Biacs. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. J. Agr. Food Chem. 48: 2075-2081.
- Alivizatos A.S. 1993. Association of mycoplasma-like organisms with tomato big bud disease in Greece. Plant Pathology, 42: 158-162.
- Anderlini R. 1984. Η ντομάτα, τεχνική καλλιέργειας και φυτοπροστασίας. Αθήνα. Σελ: 1-152.
- Andrews K.P and C.S. Marquez. 1993. Graft incompatibility. Hort. Rev. 15: 183-232.
- Arab L. and S. Steck. 2000. Lycopene and cardiovascular disease. Am. J. Clin. Nutr. 71: 1691S-1695S.
- Asao T., Shimizu N., Ohta K. and Hosoki T. 1999. Effect of rootstocks on the extension of harvest period of cucumber (*Cucumis sativus* L) grown in non-renewal hydroponic. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68(3): 598-602.
- Ashita E. 1930. Grafting methods of watermelons. Korea Agricultural Newsl. 4 (5).
- Ashita E. 1934. Benefits of using grafted watermelons. Korea Agricultural Newsl. 8 (7).
- Bernstein L., Brown J.W., and Hayward H.E. 1956. The influence of rootstock on growth and salt accumulation in stone fruit trees and almonds. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 86-95.

- Bernstein L., Ehlig C.F. and Clark R.A. 1969. Effect of grape rootstocks on chloride accumulation in leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 584-590.
- Bersi M. 2002. Tomato grafting as an alternative to methyl bromide in Morocco. Institut Agronomique et Veterinaire Hasan II. Morocco.
- Bletsos F., Thanassouloupoulos C., Roupakias D. 2003. Effect of grafting on growth, yield, and verticillium wilt of eggplant. HortScience 38(2): 183-186.
- Borochoy-Neori H. and Borochoy A. 1991. Response of melon plants to salt: 1. Growth, morphology and root membrane properties. J. Plant Physiol. 139: 100-105.
- Bulder HAM, van Hasselt PR, Kuiper PJC, Speek EJ, den Nijs APM. 1990. The effect of low root temperature in growth and lipid composition of low temperature tolerant rootstock genotypes for cucumber. Journal of Plant Physiology 138, 661-666.
- Cheeseuman J.M. 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. Plant Physiol. 87: 547-550.
- Cohen S. and Naor A. 2002. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductance. Plant, Cell and Environment 25, 17-28.
- Chung H.D. 1995b. Studies on the occurrence and prevention of fermentation in melon fruit, *Cucumis melo* L. var. makuwa Mak. cv. Gumssaragi - euncheon. Res. Rep. Kyungpuk Provincial RDA, Korea.
- Chung H.D., S.J. Youn and Y.H Choi. 1997. Effects of rootstock on yield, quality and components of tomato fruits. J. Korean Soc. Hort. Sci. 38(6): 603-607.
- Clinton S. 1998. Lycopene: Chemistry, biology, and implication for human health and disease. Nutr. Rev. 56: 35-51.
- Denna D.W. 1962. A simple grafting technique for Cucurbits. Proc. Am. Hort. Sci. 81: 369-370.
- Dumas Y., Dadomo M., di Lucca G. and Grolier P. 2002. Review of the influence of major environmental and agronomic factors on the lycopene content of tomato fruit. ISHS Acta Horticulturae 579: II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. (Abstract)
- Edelstein M. 2004. Grafting vegetable - crop plants: pros and cons. ISHS Acta Horticulturae 659: VII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Production, Pest Management and Global Competition. (Abstract)
- Estan M.T., Martinez-Rodriguez M.M., Perez-Alfocea F., Flowers T.J., Bolarin M.C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. J. of Exper. Botany, Vol 56 (412), pp: 703-712.
- FAO, 1998. Production Yearbook, Agricultural Statistics Series. FAO Rome, Vol. 52.
- Findlay B. 2001. Vegetables on improved rootstocks. www.ilp.ac.nz/students/pdf/grafting_tomatoes.pdf.

- Gerster H. 1997. The potential role of lycopene for human health. J. Am. Coll. Nutr. 16: 109-126.
- Grierson D. and Kader A.A. 1986. Fruit ripening and quality. In: J.G. Atherton and J. Rudish (Eds), "The tomato crop. A Scientific basis for improvement". pp. 241-280. Chapman and Hall, London.
- Hong M.S. 1710. Forest Economics. Vol 1 pp. 38-39.
- Janick J. 1986. Horticultural science. 4th ed. P. 339-346. W. H. Freeman & Co., New York.
- Ioannou N. 2001. Integrating soil solarization with grafting on resistant rootstocks for management of soil-borne pathogens of eggplant. J. Hort. Sci. Biot. 76(4): 396-401.
- Ioannou N., Ioannou M and Hadjiparaskevas K. 2002. Evaluation of watermelon rootstocks for off-season production in heated greenhouses. ISHS Acta Horticulturae 579: II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes. ABSTRACT
- Kacjan-Marsic N. and Osvald J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. Acta agriculturae slovenica, 83 (2) pp: 243-249.
- Kim J.H. 1984. The history of horticulture development in Korea. p:257-260. Seoul Natl Univ. Press, Seoul, Korea.
- Kim H.T, Kang N.J., Kang K.Y. 1998. Selection of «PusanDaemok 1» for high yield and quality in rootstocks of cucumber. RDA J. Hort. Sci. 40(2):158-161.
- Kramer M. 1957. Physiological aspects of grafting solanaceous plants (in Spanish). Biologico 23: 73-76.
- Kramer D. 1984. Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. In: Salinity tolerance in plants. Strategies for crop improvement. R.C. Staple; G.H. Toeniessen. (eds.). Wiley & Sons, New York, p. 21-37.
- Kushad M., Masiunas J., Smith M., Kalt W. and Eastman K. 2003. Health promoting phytochemicals in vegetables. Hort. Reviews, Vol. 28, pp: 125-185.
- Lardizabal R.D. and P.G Thompson. 1988. Hydroponic culture, grafting and growth regulators to increase flowering in sweet potato. HortScience 23: 993-995.
- Lardizabal R.D. and P.G Thompson. 1990. Growth regulators combined with grafting increase flower number and seed production in sweet potato. HortScience 25: 79-81.
- Lazof D.B. and Bernstein N. 1998. The NaCl-induced inhibition of shoot growth: The case for disturbed nutrition with special consideration of calcium nutrition. Bot. Res. 29: 115-190.
- Lee J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I, current status, grafting methods and benefits. HortScience 29: 235-239.
- Lee J.M. and Oda M. 2003. Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. Horticultural Reviews. Vol: 28, pp:61- 124.
- Lee J.M., Bang H.J. and Ham H.S. 1999. Quality of cucumber fruit as affected by rootstocks. Acta Hrt. 483: 117-123.

- Lee S.G, K.C. Seong, J.H. Moon and K.D. Ko. 2000. Effects of root-prune insertion grafting on seedling quality and yield of watermelon. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18(2): 167.
- Leonardi C., P. Ambrosino, F. Esposito and V. Fogliano. 2000. Antioxidant activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *F. Agr. Food Chem.* 48: 4723-4727.
- Leonardi C. and D. Romano. 2004. Recent Issues on Vegetable Grafting. *Acta Hort.* 631, ISHS, pp: 163-174.
- Leoni S., Grudina R., Cadinu M., Madeddu B. and Garletti M.C. 1990. The influence of four rootstock on some melon hybrids and a cultivar in greenhouse. *Acta Hort.* 287, 127-134.
- Madhavi D.L. and Salunkhe D.K., 1998. Handbook of vegetable science and technology (production, composition, storage and processing). Marcel Dekker, Inc.. pp:171-201.
- Masuda M., and Gomi K. 1982. Diurnal changes of the exudation rate and the mineral concentration in xylem sap after decapitation of grafted and non-grafted cucumber (in Japanese with English summary). *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 51: 293-298.
- Nobuoka T., M. Oda and H. Sasaki. 1996. Effect of relative humidity, light intensity and leaf temperature on transpiration of tomato scions. *J Japan. Soc. Hort. Sci.*, 64: 859-865.
- Nobuoka T., M. Oda and H. Sasaki. 1997. Effect of wind and vapor deficit on transpiration of tomato scions. *J Japan. Soc. Hort. Sci.*, 66: 105-112.
- Oda M. 1995. New grafting method for fruit-bearing vegetables in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* 29:187-194.
- Oda M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. www.agnet.org/library/article/eb480.html.
- Oda M., Kawaguchi M., Ikeda H. and Furukawa H. 2002. Thickening and sugar accumulation at the stem above graft union of tomato plants grafted onto *Solanum* rootstocks. XXVIth International Horticultural Congress, On-Site program. p: 545.
- Oda M., K. Tsuji, K. Ichimura and H. Sasaki. 1994. Factors affecting the survival of cucumber plants grafted onto pumpkin plants by horizontal grafting at hypocotyls level. *Bul. Natl. Res. Inst. Veg. Ornam. Plants Tea* A9: 51-60.
- Oda M., Tsuji K. and H. Sasaki. 1993. Effects of hypocotyls morphology on survival rate and growth of cucumber seedlings grafted on *Cucurbita spp.* *Japan Agric. Res. Quart.* 26: 259-263.
- Proebsting W.M., Hedden P., Lewis M.J., Croker S.J., Proebsting L.N. 1992. Gibberellin concentration and transport in genetic lines of pea. *Plant Physiology* 100, 1354-1360.
- Pulgar G., Rivero, R.M., Moreno D.A., López-Lefebvre L.R., Villora G., Baghour M. and Romero L. 1998. Micronutrientes en hojas de sandía injertadas. In: VII Simposio nacional-III Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas. Gárate A. (Ed.), Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, p. 255-260.

- Ristaino J.B. and Thomas W. 1997. Agriculture, methyl bromide, and ozone hole: Can we fill the gaps? *Plant Dis.* 81: 964-977.
- Rivero R.M., Ruiz J.M. and Romero L. 2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agriculture & Environment*. Vol. 1 (1), pp: 70-74.
- Rivero R.M., Ruiz J.M., Sanchez E., Romero L. 2003b. Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under conditions of thermal shock? *Physiologia Plantarum* 117, pp: 44-50.
- Romano D. and Paratore A. 2001. Effects of grafting on tomato and eggplant. *ISHS Acta Horticulture* 559: V International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current Trends for Sustainable Technologies. ABSTRACT.
- Ruiz J.M., Belakbir L., Ragala J.M., Romero L. 1997. Response of plant yield and leaf pigments to saline conditions: effectiveness of different rootstocks in melon plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Science of Plant Nutrition* 43, 855-862.
- Scheffer R.P. 1957. Grafting experiments with Fusarium wilt resistant and susceptible tomato plants. *Phytopathology* 47, 30 (Abstract).
- Shackleton D.A. 1965. Grafting tomatoes. *N.Z. Comm. Gr.* 20(11): 21.
- Shimada N. and M. Moritani. 1977. Nutritional studies on grafting of horticultural crops II. Absorption of minerals from various nutrient solutions by grafting cucumber and pumpkin plants (in Japanese). *J. Japan. Soc. Soil Sci. Plant Nutr.* 48: 396-401.
- Tonucci L.H., J.M. Holden, G.R. Beecher, F. Khachik, C.S. Davis and G. Mulokozi. 1995. Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products. *J. Agr. Food Chem.* 43: 579-586.
- Topoleski L.D. and J. Janick. 1963. A study of graft induced alternations in eggplant. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 83: 559-570.
- Traka-Mavrona E., Koutsika-Sotiriou M., Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita spp.*) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae*, 83, pp: 353-362.
- Turquois N. and Malone M. 1996. Non-destructive assessment of developing hydraulic connections in the graft union of tomato. *J. Exp. Bot.* 47(298): 701-707.
- Wheeler W.B. and Kavar N.S. 1997. Environmental hazards fumigants. The need for safer alternatives. *Arab. J. Plant Protection* 15: 154-162.
- White R.A.J. 1963. Grafted greenhouse tomatoes give heavier crops. *N.Z. J. Agr.* 106: 247-248.
- Yamakawa K. 1982. Grafting, pp. 141-153. In: S. Nishi, Handbook of vegetable production. Yokendo, Tokyo.
- Yang S.J., Ziang G.S., Zhang S.Q. and Lou-CH T.I. 1993. Electrical resistance as a measure of graft union. *J. Plant Physiol.* 141(1): 98-104.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



(1)



(2)



(3)

Εικόνες 1, 2, 3: Εμβολιασμένα φυτά τομάτας



Εικόνα 4: Καλλιέργεια
εμβολιασμένων φυτών
τομάτας στο θερμοκήπιο



Εικόνα 5: Εμβολιασμένο φυτό
τομάτας σε καλλιέργεια
θερμοκηπίου



Εικόνα 6: Υπαίθρια καλλιέργεια
εμβολιασμένων φυτών τομάτας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ - ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας Ι: Μέσο ύψος φυτών για την καλλιέργεια στο θερμοκήπιο και στην ύπαιθρο

DAT	Θερμοκήπιο				DAT	Ύπαιθρος			
	BH	BB	BP	B		BH	BB	BP	B
8	23,88±5,37b	18,75±3,55a	32±6,84c	20,19±2,79a	34	53,75±7,22bc	51,06±7,47ab	46,44±6,56a	56,81±5,23c
21	30,38±7,3a	26,5±4,75a	38,13±7,72b	27,5±3,1a	49	59,81±6,86b	56,56±7,52ab	52,19±6,88a	61,19±5,28b
30	42,7±6,9b	36,88±6,68a	48,44±10c	38±4,49ab	62	64,25±7,01a	62,06±6,82a	61,56±6,61a	65,44±6,36a
41	56,31±9,06a	54,81±8,16a	63,25±12,04b	57,75±6,38ab	76	66,56±5,92a	64,19±7,85a	62,75±6,55a	64,75±6,1a
56	69,25±11,08a	67,38±12,12a	71,06±11,52a	98,13±10,24a	89	67,75±5,53b	64,38±5,98ab	62,5±6,07a	63,13±5,69a
70	83,06±15,04a	82,75±16,28a	91,88±18,17a	80,31±13,99a	103	70,69±5,68b	67,31±6,18ab	65,13±6,85a	65,88±5,33a
84	95±23,11a	96,69±22,3a	103,25±23,11a	90,88±17,51a	119	73,81±4,78b	70±6,51ab	67,44±6,81a	68,06±5,07a
96	95,88±23,91a	100,75±22,37a	106,38±23,39a	94,19±15,81a	130	75,31±5,04b	72±6,8ab	69,31±6,71a	70,32±5,69a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας II: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων των 5 πρώτων ταξιανθιών ανά φυτό για την θερμοκηπιακή καλλιέργεια

DAT	1 ^η Ταξιανθία				2 ^η Ταξιανθία			
	BH	BB	BP	B	BH	BB	BP	B
8	0a	0,06±0,13a	0a	0,13±0,25a	--	--	--	--
15	0a	0,19±0,38a	0a	0,63±0,75a	--	--	--	--
21	0,5±0,35a	1,56±0,94bc	1±0,35ab	2,38±0,6c	0,19±0,24a	0a	0,13±0,25a	0,25±0,2a
26	1,75±0,54a	2,56±1,14ab	2,44±0,38ab	3,56±0,52b	0,69±0,43a	0,56±0,72a	0,94±0,72a	1,38±0,25a
30	3,06±0,38a	3,25±0,98a	3,25±0,68a	4±0,35a	1,69±0,77a	1,5±0,79a	1,88±0,48a	2,31±0,31a
35	3,5±0,46a	3,69±0,52	3,63±0,78a	4,44±0,59a	2,69±0,72a	2,81±0,69a	3,19±0,63a	3,44±0,55a
41	4,06±0,72a	4±0,54a	4,06±0,43a	4,5±0,54a	3,88±0,32a	4,06±0,24a	3,81±0,55a	4,63±0,78a
49	4,13±0,75a	4,06±0,59a	4,13±0,52a	4,5±0,66a	4,38±0,32a	4,19±0,38a	4,13±0,25a	4,75±0,68a
56	4,19±0,8a	4,06±0,59a	4,13±0,52a	4,56±0,6a	4,88±0,43a	4,25±0,35a	4,38±0,32a	4,81±0,63a
63	4,19±0,8a	4,06±0,59a	4,13±0,52a	4,56±0,6a	4,94±0,43a	4,25±0,35a	4,38±0,32a	4,81±0,63a
70	4,19±0,8a	4,06±0,59a	4,13±0,52a	4,56±0,6a	5,06±0,52b	4,25±0,35a	4,38±0,32ab	4,81±0,63ab
75	4,19±0,8a	4,06±0,59a	4,13±0,52a	4,56±0,6a	5,19±0,47b	4,25±0,35a	4,38±0,32a	4,81±0,63ab
84	4,31±0,9a	4,19±0,63a	4,13±0,52a	4,56±0,6a	5,19±0,47b	4,25±0,35a	4,38±0,32a	4,81±0,63ab
91	4,31±0,9a	4,19±0,63a	4,13±0,52a	4,56±0,6a	5,19±0,47b	4,25±0,35a	4,38±0,32a	4,81±0,63ab
96	4,31±0,9a	4,19±0,63a	4,13±0,52a	4,56±0,6a	5,19±0,47b	4,25±0,35a	4,38±0,32a	4,81±0,63ab

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας II: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων των 5 πρώτων ταξιανθιών ανά φυτό για την θερμοκηπιακή καλλιέργεια

DAT	3 ^η Ταξιανθία				4 ^η Ταξιανθία			
	BH	BB	BP	B	BH	BB	BP	B
26	0a	0a	0a	0,06±0,13a	--	--	--	--
30	0,06±0,13a	0,25±0,5a	0a	0,13±0,25a	--	--	--	--
35	0,94±0,83ab	0,88±0,43ab	0,13±0,14a	1,25±0,54b	0a	0,06±0,13a	0a	0,13±0,25a
41	2,81±1,43ab	3,06±1,13ab	1,31±1,13a	3,56±0,38b	0,63±0,43a	0,75±0,54a	1,31±0,72a	1,38±0,43a
49	3,19±1,74a	4,56±0,83a	3,38±1,05a	4,5±0,46a	2,75±1,14a	2,44±0,9a	2,75±1,02a	3,56±0,75a
56	3,31±1,83a	5,06±0,88a	3,94±0,43a	4,69±0,43a	4,5±0,41bc	3,56±0,63ab	3,38±1,01a	5±0,2c
63	3,38±1,82a	5,06±0,88a	4,44±0,52a	4,75±0,35a	4,39±0,24ab	3,75±0,84a	4,38±0,78ab	5,38±0,52b
70	3,44±2,11a	5,19±1,01a	4,56±0,59a	4,75±0,35a	4,75±0,29b	3,75±0,84a	4,63±0,66ab	5,38±0,52b
75	3,69±1,98a	5,19±1,01a	4,81±0,94a	4,75±0,35a	5,0±0,41b	3,75±0,84a	4,63±0,66ab	5,38±0,52b
84	3,81±1,98a	5,19±1,1a	4,81±0,94a	4,75±0,35a	5,06±0,31b	3,75±0,84a	4,88±1,13ab	5,38±0,52b
91	3,81±1,98a	5,25±1,1a	4,81±0,94a	4,75±0,35a	5,13±0,32b	3,75±0,84a	4,88±1,13ab	5,38±0,52b
96	3,81±1,98a	5,25±1,1a	4,81±0,94a	4,75±0,35a	5,13±0,32b	3,75±0,84a	4,88±1,13ab	5,38±0,52b

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας II: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων των 5 πρώτων ταξιανθιών ανά φυτό για την θερμοκηπιακή καλλιέργεια

DAT	5 ^η Ταξιανθία			
	BH	BB	BP	B
41	0,19±0,38a	0a	0,06±0,13a	0,13±0,14a
49	1,19±0,43a	0,88±0,6a	1,25±0,98a	1,5±0,54a
56	3,06±1,14a	3±a0,89	2,94±1,59a	3,63±1,05a
63	3,25±1,37a	3,94±1,26a	3,94±1,38a	4,81±0,94a
70	3,38±1,36a	3,94±1,26a	4,63±1,11a	4,94±0,88a
75	3,56±1,28a	3,94±1,26a	4,75±1,21a	4,94±0,88a
84	3,63±1,3a	4,06±1,09a	4,75±1,21a	4,94±0,88a
91	3,69±1,21a	4,06±1,09a	4,81±1,09a	4,94±0,88a
96	3,69±1,21a	4,06±1,09a	4,81±1,09a	4,94±0,88a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας III: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων των 5 πρώτων ταξιανθιών ανά φυτό για την υπαίθρια καλλιέργεια

DAT	BH	BB	BP	B	BH	BB	BP	B
	1 ^η Ταξιανθία				2 ^η Ταξιανθία			
34	2,69±0,83b	1,0±0,29a	1,44±0,59a	2,38±0,6b	--	--	--	--
42	3,19±0,77a	3,13±0,43a	3±0,2a	3,69±0,63a	--	--	--	--
49	3,44±0,97a	3,81±0,77a	3,25±0,35a	3,69±0,63a	0,63±0,72a	0,69±0,43a	1,13±0,66a	0,63±0,48a
56	3,44±0,97a	3,81±0,77a	3,25±0,35a	3,69±0,63a	0,63±0,72a	0,94±0,55a	1,19±0,59a	0,63±0,48a
62	3,44±0,97a	3,81±0,77a	3,25±0,35a	3,69±0,63a	0,69±0,8a	1±0,61a	1,19±0,59a	0,63±0,48a
68	3,44±0,97a	3,81±0,77a	3,25±0,35a	3,69±0,63a	0,69±0,8a	1±0,61a	1,19±0,59a	0,63±0,48a
DAT	3 ^η Ταξιανθία				4 ^η Ταξιανθία			
49	1±0,35a	2±a	2,25±1,37a	1,94±0,72a	1,06±0,72a	1,13±1,2a	1±0,91a	1,19±0,83a
56	2,31±0,85a	2,63±0,2a	2,38±1,36a	2,44±0,83a	2,56±0,97a	1,88±1,53a	2,63±1,05a	1,94±1,25a
62	2,44±0,88a	2,69±0,52a	2,63±1,39a	2,44±0,83a	2,94±0,66a	2±1,34a	3,19±0,77a	2,06±1,31a
68	2,5±0,79a	2,69±0,43a	2,94±1,6a	2,44±0,83a	3,13±0,48a	2,13±1,16a	3,25±0,71a	2,19±1,09a
76	2,5±0,79a	2,69±0,43a	3,06±1,75a	2,44±0,83a	3,25±0,65a	2,19±1,09a	3,31±0,83a	2,38±0,78a
84	2,5±0,79a	2,69±0,43a	3,06±1,75a	2,44±0,83a	3,31±0,63a	2,19±1,09a	3,31±0,83a	2,38±0,78a
89	2,5±0,79a	2,69±0,43a	3,06±1,75a	2,44±0,83a	3,31±0,63a	2,19±1,09a	3,31±0,83a	2,38±0,78a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας III: Αθροιστικός ρυθμός εμφάνισης ανθέων των 5 πρώτων ταξιανθιών ανά φυτό για την υπαίθρια καλλιέργεια

<i>DAT</i>	BH	BB	BP	B
<i>5^η Ταξιανθία</i>				
49	0,13±0,25a	0,19±0,24a	0,25±0,29a	0a
56	0,63±0,52a	0,94±0,52a	0,63±0,52a	1,06±1,01a
62	2,13±1,05a	1,94±1,13a	1,81±0,8a	1,63±1,27a
68	2,44±0,69a	2,25±1,31a	2,38±1,11a	2,06±1,2a
76	2,75±0,54a	2,31±1,25a	2,56±1,03a	2,13±1,13a
84	2,88±0,66a	2,44±1,13a	2,56±1,03a	2,13±1,13a
89	2,88±0,66a	2,56±1,01a	2,56±1,03a	2,25±1,14a
97	2,88±0,66a	2,63±0,97a	2,56±1,03a	2,25±1,14a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας IV: Νωπό και ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών της θερμοκηπιακής καλλιέργειας (107 DAT) και της υπαίθριας καλλιέργειας (121 DAT)

	Θερμοκήπιο				Υπαιθρος			
	BH	BB	BP	B	BH	BB	BP	B
Νωπό Βάρος								
Υψος	127,75±18,45a	144,5±25,74a	135±35,24a	139±17,78a	74±9,09a	66±10,83a	69,25±17,39a	65,25±4,11a
Φύλλα	884,08±18,45a	775,6±251,12a	980,28±194,08a	766,33±106,69a	351,25±141,68a	286,25±48,2a	300±90,28a	312,5±122,24a
Βλαστοί	204,3±6,83a	242,38±89,81a	283,78±124,87a	226,1±56,43a	185±60,28a	180±60,28a	175±22,73a	163,75±17,97a
Άνθη	13,35±7,41a	20,4±9,62a	26,98±6,83a	14,93±7,28a	5±0a	5±0a	5±0a	5±0a
Ωριμοί Καρποί	260,6*	473,03±319,78*	842,65±268,35*	395,6*	447,5±74,25*	460*	288,33±137,51*	232,5±10,61*
Ανώρ. Καρποί	1516,03±1038,4	1768,35±1127,54a	1945,13±1905,8a	2135,78±854,46a	1507,5±1083,53a	1887,5±1055,86a	1585±399,31a	1507,5±354,53a
Ολικό	2682,9±1324,87a	3161,5±1752,13a	3657,48±2229,88a	3242,03±680,8a	2272,5±1265,42a	2472,5±1180,5a	2281,25±580,92a	2105±595,58a
Ξηρό Βάρος								
Φύλλα	139,84±32,96a	126,69±30,3a	153,54±26,92a	133,48±18,57a	33,34±14,51a	28±4,65a	27,82±7,77a	31,55±13,75a
Βλαστοί	36,30±7,91a	45,1±16,75a	60,69±38,73a	40,28±7,92a	26,73±10,23a	27,88±8,77a	25,65±2,31a	25,7±2,96a
Άνθη	2,23±1,24a	3,73±1,7ab	4,7±1,28b	3,03±1ab	0,73±0,34a	0,73±0,45a	0,38±0,42a	0,95±0,39a
Ωριμοί Καρποί	4,95*	7,6±4,09*	12,05±0,97*	6,73*	10,91±4,83*	--	5,82±2,59*	4,8*
Ανώριμ. Καρποί	54,43±10,54a	32,63±11,72a	43,75±50,93a	64,46±36,81a	22,45±19,99a	22,88±12,1a	21,27±1,88a	21,62±6,52a
Ολικό	361,53±258,61a	211,94±55,28a	275,45±110,21a	242,93±34,42a	88,44±37,91a	81,98±27,23a	79,48±12,69a	80,89±20,1a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Όπου * : Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση λόγω μικρού δείγματος

Πίνακας V: Λόγος του ξηρού και νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών της θερμοκηπιακής καλλιέργειας (107 DAT) και της υπαίθριας καλλιέργειας (121 DAT)

	Θερμοκήπιο				Υπαιθρος			
	BH	BB	BP	B	BH	BB	BP	B
Φύλλα	15,88±1,29a	16,63±1,66a	15,72±0,41a	17,5±2,07a	9,38±0,69a	9,78±0,57a	9,32±0,59a	9,97±0,57a
Βλαστοί	17,75±3,72a	18,68±2,58a	20,15±4,68a	18,4±4,28a	14,15±1,26a	15,3±0,73a	14,73±0,86a	15,75±1,66a
Άνθη	16,69±4,34a	19,64±5,18a	17,38±0,62a	21,98±6,49a	14,5±6,81a	14,67±9,02a	7,5±8,39a	19±7,75a
Ανώριμ. Καρποί	3,59±1a	2,15±0,8a	3,31±2,82a	2,94±0,71a	1,55±0,57a	1,23±0,17a	1,41±0,39a	1,46±0,43a
Ωριμοί καρποί	1,9*	1,57±0,46*	1,53±0,6*	1,7*	2,38±0,68*	--	2,03±0,15*	2±1,41*
Ολικό	16,88±14,9a	7,49±2,21a	9,15±4,11a	7,68±1,56a	4,38±1,24a	3,81±1,39a	3,57±0,46a	3,9±0,46a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN
 Όπου * : Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση λόγω μικρού δείγματος

Πίνακας VI: Συνολική φυλλική επιφάνεια των φυτών της θερμοκηπιακής καλλιέργειας (107 DAT) και της υπαίθριας καλλιέργειας (121 DAT)

	BH	BB	BP	B
Θερμοκήπιο				
L.A. (cm ²)	10923,13±2740,56a	7598,11±4380,85a	8646,24±5045,93a	8693,17±4870,32a
Υπαιθρος				
L.A. (cm ²)	4948,96±1771,46a	3996,98±1211,21a	4087,76±411,94a	4296,51±1330,45a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας VII: Αθροιστική παραγωγικότητα ανά φυτό ανά μέτρηση και ανά περίοδο συγκομιδής της καλλιέργειας θερμοκηπίου

<i>DAT</i>	BH	BB	BP	B
75	238,55±145,41a	156,8±93,47a	153,28±169,49a	158,33±99,91a
84	628,76±224,01ab	738,62±206,55ab	361,4±313,61a	786,52±196,51b
91	880,42±243,39ab	846,47±150,52ab	506,03±441,61a	959,83±133,24b
96	1236,45±289,57b	1259,38±177,32a	785,71±444,75a	1224,29±199,16a
105	2925,63±234,29b	2252,71±389,56ab	1626,13±931,63a	2462,45±481,22ab
114	3440,48±363,86b	2965,47±318,4ab	2578,68±642,49a	3121,24±391,83b
119	3622,42±519,76b	3244,68±418,86ab	2949,56±338,82a	3292,88±285,55ab
126	4358,66±1008,36a	3378,84±486,19ab	3298,7±546,04a	3503,01±203,42ab
132	4788,78±1296,47a	3565,1±556,8a	3645,09±769,41a	3738,86±346,56a
138	5311,28±1399,44a	3944,48±787,84a	4206,97±792,37a	3975,73±495,13a
147	5407,22±1386,48a	4106,66±805,92a	4421,97±786,86a	4144,79±619,96a
155	5695,66±1483,73a	4150,41±830,65a	4629,16±730,19a	4270,11±638,74a
160	6031,91±1708,83a	4243,33±864,76a	4770,41±812,09a	4455,42±793,64a
168	6348,78±1841,31a	4468,6±1015,89a	5059,59±787,41a	4651,98±1020,47a
174	6673,78±1945,19a	4536,1±1047,52a	5153,66±864,76a	4685,73±1033,47a
192	7568,16±2023,84b	4995,16±1485,24a	5671,47±923,07ab	5106,36±1565,11ab
<i>Πρώιμη</i>	628,76±224,01ab	738,62±206,55ab	376,4±291,19a	786,52±196,51b
<i>Κανονική</i>	5066,9±1597,15a	3411,79±895,88a	4267,76±815,22a	3483,59±554,81a
<i>Όψιμη</i>	1872,5±636,14a	844,75±670,39a	1042,31±402,19a	836,25±1022,03a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας VIII: Αθροιστική παραγωγικότητα ανά φυτό ανά μέτρηση και ανά περίοδο συγκομιδής της υπαίθριας καλλιέργειας

<i>DAT</i>	BH	BB	BP	B
68	0a	25±50a	11,25±22,5a	33,13±41,2a
84	420,94±120,37a	388,44±225,92a	379,06±193,57a	549,69±201,16a
89	849,38±219,54a	628,75±284,35a	687,5±401a	784,38±175,61
97	962,81±317,16a	880,94±355,69a	891,56±362,43a	1010,31±264,35a
103	1106,25±348,05a	1015,94±377,08a	1101,25±440,6a	1143,75±304,72a
113	1287,81±480,43a	1218,44±404,8a	1509,38±365,54a	1398,44±263,72a
121	1558,75±662,55a	1453,13±314,68a	1734,69±400,08a	1672,5±363,93a
130	2096,25±869,64a	1771,88±208,39a	2055,94±377,42a	1827,44±309,97a
<i>Πρώιμη</i>	420,94±120,37a	388,44±225,92a	379,06±193,57a	549,69±201,16a
<i>Κανονική</i>	1137,81±549,23a	1064,69±236,98a	1355,63±305,45a	1122,81±232,6a
<i>Όψιμη</i>	537,5±231,36b	318,75±178,71ab	321,25±180,93ab	154,94±54,56a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας ΙΧ: Αθροιστικός ρυθμός παραγωγής καρπών ανά φυτό ανά συγκομιδή της καλλιέργειας θερμοκηπίου

<i>DAT</i>	BH	BB	BP	B
75	0,81±0,55a	0,56±0,13a	1±0,9a	0,92±0,52a
84	2,25±0,74a	2,88±0,88a	3,17±1,51a	3±0,79a
91	3±0,84a	3,38±0,48a	3,83±1,42a	3,75±0,61a
96	4,19±0,52a	4,94±0,75a	4,06±2,36a	5,13±1,2a
105	9,13±1,16a	8,25±1,7a	6,81±3,49a	10,19±2,19a
114	10,94±1,88a	11±1,59a	9,88±2,93a	12,63±2,37a
119	11,44±2,5a	11,81±1,97a	11,06±2,51a	13,25±2,08a
126	13,44±3,47a	12,56±2,09a	12,13±2,87a	14,25±1,32a
132	14,94±3,75a	13,25±2,37a	13,56±2,6a	15,44±1,28a
138	16,94±3,83a	14,81±3,6a	15,44±2,33a	16,25±1,74a
147	17,5±3,76a	15,69±3,54a	16,06±1,96a	17,13±2,2a
155	18,56±4,44a	16,13±3,86a	17±2,15a	18,56±2,59a
160	19,94±5,25a	16,69±3,99a	17,69±2,52a	19,44±3,63a
168	21,38±5,36a	18±4,95a	19±2,21a	20,38±3,98a
174	22,94±5,51a	18,31±5,07a	19,63±2,02a	20,56±3,96a
192	27,75±5,93a	20,31±6,35a	22,38±0,72a	23,44±6,59a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN

Πίνακας X: Αθροιστικός ρυθμός παραγωγής καρπών ανά φυτό ανά συγκομιδή της υπαίθριας καλλιέργειας

<i>DAT</i>	BH	BB	BP	B
68	--	0,25*	0,25*	0,25±0,0*
84	2,06±0,8a	2,06±0,66a	2,13±0,92a	3,19±1,09a
89	4,44±0,8a	3,56±0,9a	3,56±1,82a	4,56±0,75a
97	5,25±1,21a	4,69±1,39a	4,5±1,68a	8,56±1,05a
103	5,88±1,03a	5,31±1,36a	5,63±2,01a	6,25±1,08a
113	6,69±1,57a	6,63±2,15a	7,5±1,88a	7,63±0,89a
121	8±2,65a	7,88±1,76a	8,79±2,19a	8,88±1,13a
130	10,31±3,51a	9,69±1,97a	10,81±2,41a	9,81±1,28a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN
Οπου * : Δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση λόγω μικρού δείγματος

Πίνακας XI: Ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών της θερμοκηπιακής και της υπαίθριας καλλιέργειας

	Θερμοκήπιο				Υπαιθρος			
	BH	BB	BP	B	BH	BB	BP	B
pH	3,42±0,16a	3,3±0,34a	3,72±0,15a	3,48±0,01a	4,41±0,13a	4,3±0,06a	4,33±0,14a	4,34±0,04a
BRIX (%)	4,4±0a	5,1±0,42a	4,5±0,14a	4,8±0,28a	4,04±0,62a	3,15±0,13a	3,9±0,11a	3,68±0,71a
Οξύτητα (%κιτρικό οξύ)	0,35±0,07a	0,31±0,01a	0,25±0,02a	0,33±0,03a	0,35±0b	0,25±0,01a	0,28±0,06ab	0,25±0,02a
Λυκοπίνιο (mg/100g NB)	2,83±0,19a	3,23±0,46a	3,41±0,33a	3,87±1,82a	6±0,59a	6,63±0a	4,86±0,83a	4,37±2,76a
Αντίσταση Σάρκας (Kg)	2,58±0,28a	2,49±0,34a	2,58±0,27a	3,15±0,46a	2,28±0,18a	2,1±0,16a	2,15±0,39a	2,37±0,49a
Fe	0,44±0,12a	0,56±0,14a	0,45±0,11a	0,61±0,21a	0,51±0,02a	0,52±0,18a	1,28±0,82a	0,62±0,03a
Mn	0,13±0,01a	0,1±0,01a	0,09±0a	0,14±0,05a	0,11±0,01a	0,07±0,08a	0,11±0,03	0,1±0,03
Cu	0,52±0,08a	0,42±0,04a	0,44±0,07a	0,4±0,09a	0,31±0,01a	0,32±0,03a	0,3±0,05a	0,39±0,1a
Zn	0,35±0,2a	0,33±0,03a	0,27±0,01a	0,33±0,09a	0,36±0,05ab	0,35±0,01a	0,36±0,04ab	0,48±0,05b
Ca	25,25±2,87b	16,7±1,02a	19,72±2,27ab	16,83±4,41a	17,24±4,58a	13,68±0,31a	18,99±1,26a	19,11±0,14a

Μέσες τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα δεν είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο $p \leq 0,05$ σύμφωνα με το κριτήριο του DUNCAN